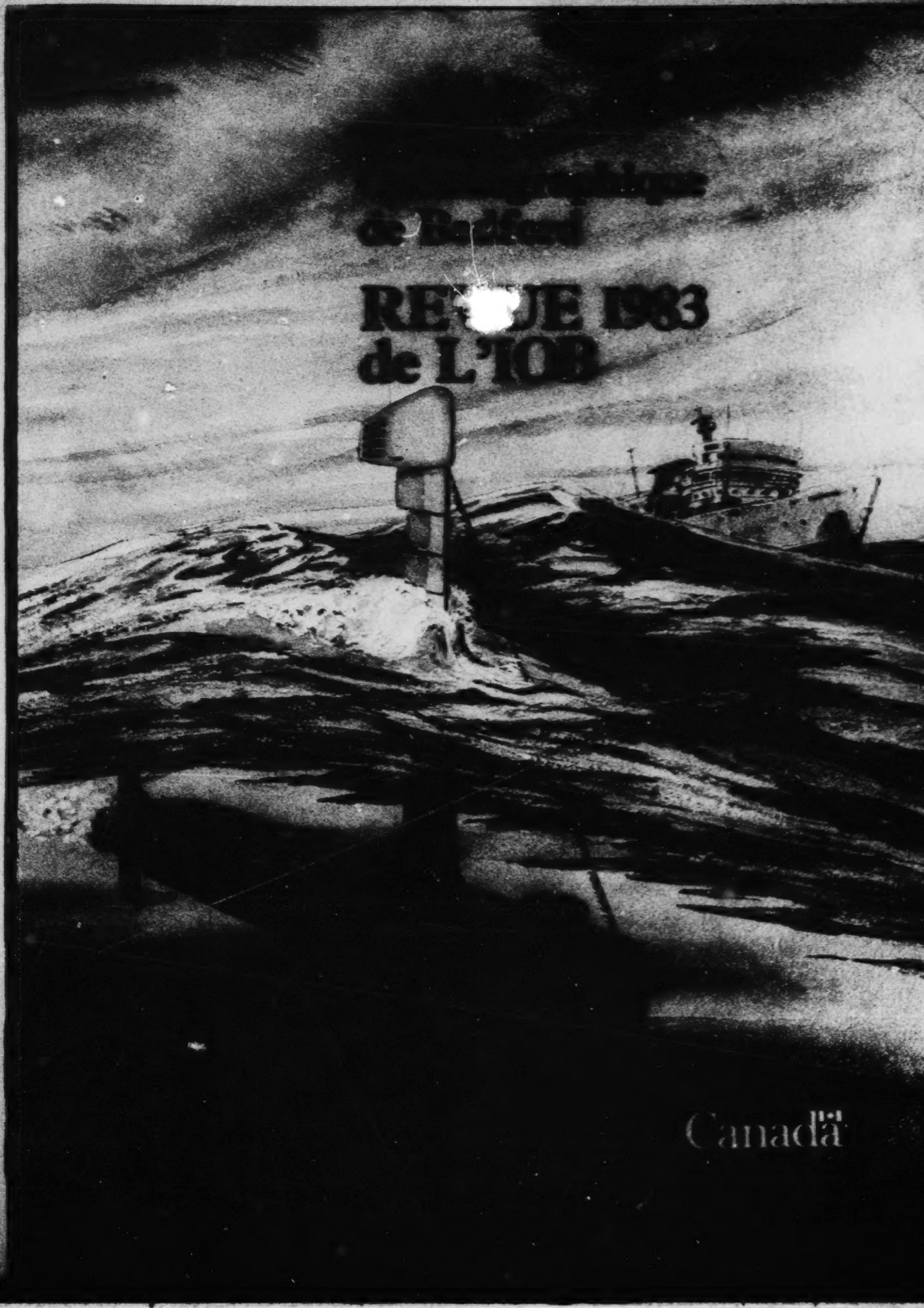

de Bedford
REVUE 1983
de L'IOB
Canada

84- 3819 /

L'Institut océanographique de Bedford, principale institution canadienne dans le domaine de l'océanographie, est lié à plusieurs ministères fédéraux, et son personnel se compose donc de fonctionnaires.

Les installations de l'Institut (bâtiments, navires, ordinateurs, bibliothèque, ateliers, etc.) relèvent du ministère des Pêches et des Océans, par l'intermédiaire du directeur général des Sciences et Levés Océaniques (région de l'Atlantique). Les principaux laboratoires et ministères présents sont les suivants:

Ministère des Pêches et des Océans (MPO)
- Service hydrographique du Canada (Région de l'Atlantique)
- Laboratoire océanographique de l'Atlantique
- Laboratoire d'écologie marine
- Division des poissons de mer

Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (EMR)
- Centre géoscientifique de l'Atlantique

Ministère de l'Environnement (MDE)
- Unité de recherche sur les oiseaux de mer.

L'Institut possède une flottille de trois navires de recherche, ainsi que des bateaux plus petits. Les deux plus grands navires scientifiques, l'*Hudson* et le *Baffin*, sont polyvalents, présentent une très grande autonomie et possèdent la cote Lloyds Ice Class I, ce qui leur permet de naviguer dans tout l'Arctique canadien.

L'Institut se fixe quatre objectifs:
(1) réaliser des recherches fondamentales à long terme dans tous les domaines des sciences de la mer (et constituer le plus grand rassemblement d'experts au Canada);
(2) réaliser des recherches appliquées à court terme pour répondre aux besoins actuels du pays et donner des conseils sur la gestion du milieu marin, notamment ses ressources halieutiques et ses réserves sous-marines d'hydrocarbures;
(3) réaliser les levés et les travaux cartographiques nécessaires pour fournir des cartes nautiques couvrant la région allant du banc Georges au passage du Nord-Ouest, dans l'Arctique canadien;
(4) apporter une aide scientifique et technique pour toute situation d'urgence affectant le milieu marin dans la région.

T.D. Iles – *Chef, Division des poissons de mer, MPO*

M.J. Keen – *Directeur, Centre géoscientifique de l'Atlantique, EMR*

A.J. Kerr – *Directeur, Région de l'Atlantique, Service hydrographique du Canada, MPO*

K.H. Mann – *Directeur, Laboratoire d'écologie marine, MPO*

G.T. Needler – *Directeur, Laboratoire océanographique de l'Atlantique, MPO*

D.N. Nettleship – *Service canadien de la faune, Unité de recherche sur les oiseaux de mer, MPO*

Sur la couverture :

Une peinture de DOLPHIN en mer, avec son navire-mère, le nsc *Baffin*, à l'arrière-plan, exécutée par Pat Lindley. On construira une flottille de ces véhicules, chacun équipé d'un écho-sondeur, et qui accompagnera le *Baffin*. Il y en aura trois de chaque côté du navire pour recueillir des profils bathymétriques parallèles. Il en résultera une productivité accrue des levés au large et une diminution des coûts par unité de superficie étudiée.

DOLPHIN a été conçu et construit par International Submarine Engineering Ltd., de Port Moody (C.-B.) : le projet a été financé par le Programme des soumissions spontanées en matière de recherche-développement du gouvernement fédéral, le fond de R-D du transport dans l'Arctique et SLO (Atlantique) à l'IOB. Le nom du véhicule est le sigle pour *Deep Ocean Logging Profiler Hydrographic Instrumentation and Navigation*.

En opération, DOLPHIN se tient à une profondeur de 3-4 m et peut se déplacer à la vitesse impressionnante de 14 noeuds et maintenir sa position par rapport au navire-mère. Il est contrôlé par radio-télémétrie, et un micro-ordinateur assure le commendement et le lien entre navire et DOLPHIN, pour fournir une information continue sur la condition du véhicule submergé. La portée du contrôle est de l'ordre de plusieurs milles. On se propose de mettre au point un système de mise à l'eau et de remontée des véhicules à bord du navire-mère, un système de navigation et un système de collecte et de traitement des données. Pour plus de renseignements sur DOLPHIN, voir chapitre 3.

Levés et services

Alan Longhurst

Voici la troisième *Revue de l'IOB*, et, ici encore, le choix du sujet à mettre en vedette a été automatique. 1983 marque le centenaire du Service hydrographique du Canada, une importante composante du ministère fédéral des Pêches et des Océans ainsi que de l'IOB. Nous avons voulu rendre hommage à ce centenaire toujours jeune et en même temps apporter un complément à nos livraisons précédentes en mettant l'accent cette année sur les levés et les programmes de surveillance, les cartes, les atlas et les rapports de données, ainsi que sur le développement d'appareils. Bref, sur les levés et les services.

Dans notre première livraison, en 1981, nous examinions la façon dont les programmes de l'IOB réagissaient aux problèmes océanographiques intéressant la nation et comment nos priorités ont été influencées par des besoins nationaux changeants en information sur l'océan. Notre deuxième livraison a été publiée en 1982, l'année où se réunissait à Halifax même l'Assemblée mixte sur l'océanographie : on décrivait alors notre recherche fondamentale en océanographie, que nous avions qualifiée de très jeune science.

Par contraste, le point de départ, cette année, les levés hydrographiques et la cartographie, étaient déjà une science très âgée au moment où, il y a 100 ans, était établi le Service hydrographique du Canada. En effet, les traditions avaient été bien établies trois siècles auparavant: appareillant d'un port d'Angleterre en 1950, le capitaine Arthur Pet recevait des armateurs les recommandations suivantes «... à l'approche d'une côte ou de hauts-fonds dans la mer, voyez à utiliser le plomb de sonde plus souvent que jugé nécessaire, enregistrant avec diligence les profondeurs, de même que les augmentations et les dimimutions de profondeur» et «... observez avec diligence la latitude aussi souvent et en autant d'endroits que possible, ainsi que la déclinaison magnétique, notant les observations exactement... à l'approche d'une côte où il y aura flot et jusant... notez avec diligence l'heure à laquelle, à chaque endroit, l'eau atteint son plus haut et son plus bas niveau... comment coule le flot, quelle est la direction des marées...». La diligence dans les études de cartographie, de navigation et des marées continue d'être l'empreinte de nos hydrographes et sert de point de départ à la présente *Revue*.

Ce que nous connaissons de l'océan ne se trouve pas seulement dans les publications scientifiques portant sur les processus océaniques découverts surtout par les océanographes, mais aussi dans les données ordonnées recueillies au cours de levés de toutes sortes; ce sont ces données que recherchent le plus souvent ceux qui, dans la poursuite de leurs opérations en mer, utilisent l'information sur l'océan. Sous ce rapport, et peut-être à cause de son exceptionnelle diversité, combinant sous une même toit des fonctions ordinairement séparées dans d'autres pays, l'IOB possède un matériel exceptionnellement riche dans ce domaine. On s'est particulièrement efforcé, ces dernières années, de rendre nos cartes, atlas et banques de données plus facilement accessibles aux utilisateurs. L'Institut a pu ainsi contribuer aux remarquables développements au large des côtes canadiennes depuis que les effets du nouveau régime international des océans a commencé à se faire sentir.

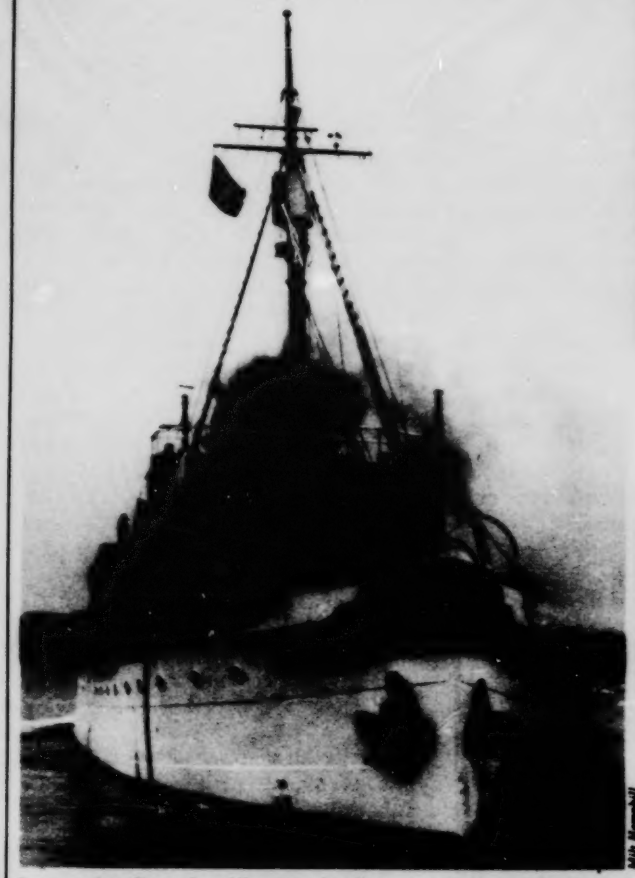
On est témoin, depuis quelques années, d'une forte augmentation de la demande en services de données océaniques de toutes sortes : les capitaines de navires plus rapides et de plus fort tirant d'eau ont besoin de cartes de navigation bien à jour; les gestionnaires des pêches dans la zone de 200 miles m. au large des côtes canadiennes ont besoin de renseignements sur la variabilité des températures de l'eau; les sociétés pétrolières ont besoin de données sur les vagues et les courants pour définir des critères d'ingénierie applicables aux appareils et plates-formes de forage; le gouvernement et l'industrie ont besoin de données de référence sur l'écologie et les niveaux de contamination avant d'entreprendre des travaux d'ingénierie côtière. La liste en est très longue...

La présente *Revue* a donc pour but de consigner la performance de l'IOB face aux demandes nouvelles et changeantes qu'on lui adresse, tout en maintenant le momentum de recherche que nous mettions en vedette dans les livraisons précédentes de la *Revue de l'IOB*. Nous signalons également ici un certain nombre d'activités en rapport avec le thème principal, surtout celles où l'interaction avec l'industrie canadienne est la plus intense; c'est pourquoi nous analysons les mécanismes dont nous disposons pour réagir aux évaluations environnementales dans les cadres de ceux du FEARO, ainsi que la façon dont nous mettons au point, de concert avec les sociétés canadiennes, de nouveaux appareils.

Finalement, on trouvera à la fin de cette édition une mise à jour de l'information générale concernant l'IOB. Cette information avait été présentée dans les livraisons antérieures et elle continuera de l'être annuellement. Nous espérons que les intéressés trouveront dans cette section les renseignements désirés sur notre structure actuelle, nos projets de recherche et les scientifiques impliqués. Ils y trouveront également une liste des différents projets de recherche. Notre prochaine livraison, la *Revue '84 de l'IOB*, comprendra probablement un étude régionale d'une secteur de l'océan ou du plateau continental où notre activité aura été particulièrement intensive.

Il serait peut-être approprié de souhaiter au Service hydrographique du Canada un deuxième siècle de succès en citant les dernières instructions de l'armateur William Burroughs à son capitaine Arthur Pet, il y a 400 ans «...et que votre voyage soit couronné de succès... que vous reveniez au port sain et sauf, à la grande joie des aventuriers qui vous accompagnent, de tous vos amis, du pays tout entier.»

— A.R. Longhurst
Directeur général
Sciences et levés océaniques
(Région de l'Atlantique)
Ministère des Pêches et des Océans



Le nsc *Acadia*, tel qu'il apparaissait vers 1952, ainsi que quelques membres d'équipage et un de ses hydrographes travaillant à terre, a bien mérité du Service hydrographique du Canada (SHC). Depuis son lancement en 1913 jusqu'à son désarmement en 1969, l'Acadia a cartographié la côte est du Canada, de la Nouvelle-Écosse à l'Arctique, consacrant ses dernières années à des levés dans les eaux terre-neuviennes. Ce vétéran de l'hydrographie canadienne est maintenant ouvert au public en permanence au Musée maritime de l'Atlantique à Halifax.

Le nsc *Baffin*, à droite, doublant la jetée de l'IOB au début d'une expédition hydrographique en 1980, est utilisé par le SHC (Région de l'Atlantique) depuis un quart de siècle. Mis en service en 1957, le Baffin a depuis cartographié la côte altantique, du détroit de Barrow à la baie de Fundy, ainsi que des secteurs côtiers des Indes occidentales et de l'Afrique occidentale. Tel que mentionné dans la *Revue 1982 de l'IOB*, le navire a été récemment modernisé, ce qui a considérablement amélioré sa capacité pour des travaux tant hydrographiques qu'océanographiques. Le *Baffin* devrait, pour plusieurs années encore, rendre de bons services au SHC.

Table des Matières

Levés et services 1

1. Collecte des données – Levés, surveillance et données de base 4

SONDAGES ET POSITIONNEMENT 4

LA COLONNE D'EAU 7

Le réseau de marégraphes et d'indicateurs de niveau de l'eau du Canada ● Surveillance de la température à long terme ● Surveillance de l'environnement à Pointe Lepreau ● Études de la mer du Labrador

LES RESSOURCES VIVANTES 13

Le programme d'étude de l'ichthyoplancton du plateau Scotian: 1977-1982 ● Le programme des observateurs ● Études de la distribution des oiseaux de mer ● Distribution des larves de homard en relation avec le mouvement de l'eau

LES RESSOURCES NON VIVANTES 20

Données sismiques multicanaux de l'industrie pétrolière ● Evaluations des hydrocarbures des bassins sédimentaires ● Géologie quaternaire au large des côtes est et arctique du Canada ● Levés géologiques côtiers

2. Traitement, classement dans les archives et accessibilité de l'information 26

ORDINATEURS EN MER ET À TERRE 26

CARTES ET PUBLICATIONS NAUTIQUES 28

ÉVALUATION DE LA TAILLE ET DU RENDEMENT DES STOCKS DE POISSONS 31

ATLAS 33

MAPMOPP: Le Projet-pilote IGOSS de surveillance de la pollution (par le pétrole) en mer ● Atlas des oiseaux de mer de l'est canadien ● La banque des données des dériveurs ● Études du climat des vagues

ARCHIVES 39

Données en océanographie physique et chimique ● Conservation du matériel d'échantillons géologiques ● Informatisation des publications palynologiques ● EAMES: les archives de l'Arctique ● Forages sur la côte est et WELLSYS

3. Dessin d'instruments de collecte des données 44

DOLPHIN et ARCS ● Seabed II ● Analyses acoustiques des populations de poissons ● Mesures acoustiques de la distribution du plancton et du micronecton ● Navstar – Un système de positionnement de couverture mondiale ● Mise au point de systèmes de positionnement acoustiques ● Mesures de la turbulence près de la surface ● Transmission de la puissance dans l'océan profond ● Pièges appâtés ● Sismomètres de fond de l'océan ● RALPH ● La caméra à flacons ● Méthodes géochimiques en mer ● Sondes en océanographie biologique ● BIONESS

4. Formulation de conseils sur des problèmes d'environnement et de pêches 64

PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX 64

LE PROCESSUS DE CONSULTATION DANS LA GESTION DES PÊCHES 69

5. Cartes et publications 72

Production des cartes ● Publications

6. Expéditions réalisées en 1982 82

NSC Hudson ● NSC Baffin ● NSC Dawson ● NSC Maxwell ● Autres expéditions ● Lady Hammond ● E.E. Prince ● Alfred W.H. Needler ● Expéditions réalisées en coopération

7. Organisation et personnel 91

8. Liste des travaux de recherche 95

Laboratoire océanographique de l'Atlantique ● Laboratoire d'écologie marine ● Centre géoscientifique de l'Atlantique ● Service hydrographique du Canada, Région de l'Atlantique

9. Extraits du journal de bord de l'Institut 100

La *Revue de l'IOB* est publiée chaque année par l'Institut océanographique de Bedford. Pour tout changement d'adresse et demande de renseignements, s'addresser au

Service des publications
Institut océanographique de Bedford
Boîte postale 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

ISSN 0820-0254

An English version is also available.

© 1983 Ministre des Approvisionnements et des Services Canada

Revue 1983 de l'IOB:
Rédacteur en chef — Michel P. Latrémouille
Assistant — Joseph Szostak, Halifax
Coordination — Susan Scale, Ottawa
Traduction — Yves Jean
Composition — Graph Comp Design, Ottawa
Dessin — Imagecom, Halifax
Impression — Kromar Printing Ltd., Winnipeg

CHAPITRE 1

Collecte des données — Levés, surveillance et données de base

Le présent chapitre illustre, à l'aide d'exemples, la manière dont les données sont recueillies par les navires de l'IOB en vue de la préparation de cartes, atlas et banques de données décrits dans ce chapitre et les suivants. Depuis l'ère de la ligne de sonde et du compas magnétique du XIX^e siècle, il y a eu amélioration considérable des méthodes de levés, et nous décrivons ici quelques-unes des techniques utilisées pour recueillir systématiquement les données en mer. On y démontre aussi la gamme étendue de sujets couverts par l'IOB, depuis la collection classique de données bathymétriques par les hydrographes jusqu'aux relevés et recensements d'oiseaux de mer le long des côtes et dans de vastes étendues de la haute mer.

SONDAGES ET POSITIONNEMENT

— A.J. Kerr

À peu d'exceptions près, quiconque a affaire avec la mer doit connaître la profondeur de l'eau et la position où il se trouve par rapport à une côte parfois éloignée. Ce besoin d'information a incité les hydrographes à mettre au point, au cours des ans, des techniques permettant de mesurer la profondeur de l'océan et de déterminer avec précision leur position. À la différence des arpenteurs-géomètres, oeuvrant sur terre, les hydrographes ne possèdent pas de photographies aériennes où ils peuvent voir et mesurer chaque détail topographique. Au lieu de cela, il leur faut utiliser la télédétection pour déterminer la profondeur et enregistrer la forme du fond de la mer. L'écho-sondeur est l'outil qu'ils utilisent le plus communément. Il s'agit d'un dispositif qui mesure le temps requis par un signal sonore pour parcourir, aller et retour, la distance entre le navire et le fond de la mer : le sondeur convertit automatiquement ce temps en profondeur. La forme du fond de la mer, par ailleurs, est déterminée à l'aide de sonars acoustiques spéciaux. Ces appareils transmettent des signaux sonores obliquement dans l'eau et fournissent ainsi une image d'une superficie du fond.

Jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, les navires déterminaient leur position par des moyens optiques. Dans les eaux côtières, on pouvait effectuer des relèvements au compas et mesurer des angles horizontaux au sextant; dans celles du large, la position du navire était déterminée astronomiquement à l'aide du sextant et du chronomètre. Pendant la guerre, on a mis au point les premiers systèmes de positionnement électroniques — notamment le Radar, le Loran et le Decca. Depuis, ces systèmes se sont continuellement perfectionnés, tant pour les navires de guerre et la marine marchande que pour la poursuite des levés. Dans les années soixante, devant la nécessité de déterminer avec précision la position des sous-marins nucléaires, on a mis au point un système de positionnement par satellites. Grâce à ces systèmes modernes, les hydrographes et océanographes peuvent établir avec précision leur position.

Le Service hydrographique du Canada a dû effectuer de nouveaux levés, selon les normes modernes, de fjords tels que celui-ci, à la baie François, sur la côte sud de Terre-Neuve.

Nous examinons dans les pages qui suivent les levés routiniers entrepris par le Service hydrographique du Canada, Région de l'Atlantique, et nous mentionnons quelques-uns des obstacles que rencontrent les hydrographes dans l'accomplissement de leur travail. La dernière section sera consacrée à un examen plus approfondi des systèmes de positionnement actuellement utilisés.

Levés côtiers

On nous demande souvent quand seront complétés les levés hydrographiques du Canada. A ceci nous pouvons répondre jamais, car le besoin d'une cartographie plus détaillée croît en fonction de l'intérêt croissant que suscitent des zones hauturières de plus en plus nombreuses. La bathymétrie des eaux de la côte est du Canada est actuellement assez bien connue pour

qu'il soit possible de préciser les endroits d'eau profonde et d'eau peu profonde. À certains endroits, surtout dans les principaux ports, nous avons une information détaillée, mais dans d'autres, tels que la côte de l'île Baffin, nos connaissances sont limitées. Même quand le levé d'une région est considéré comme satisfaisant selon les normes modernes, qui, au large, comportent un profil de sondage à tous les 8 km, nos connaissances sont restreintes comparées à celles qu'on possède sur terre. C'est ainsi, par exemple, que si l'on établissait une profil est-ouest à tous les 8 km au-dessus de Halifax, on aurait une ligne traversant l'entrée du port au voisinage de l'île Devil, une autre passant par le parc Point Pleasant et, enfin, une dernière au-dessus de Rockingham. Ceci veut dire que l'entière péninsule de Halifax n'aurait pas été mesurée.

Les levés hydrographiques sont dispendieux et exigent beaucoup de temps. C'est pourquoi les détails notés dépendent normalement des besoins et de l'échelle à laquelle la carte sera publiée. Typiquement, les cartes des ports sont à l'échelle de 1:25 000 et les levés sur lesquels elles sont fondées se font à échelle de 1:10 000, avec profils à intervalles de 100 m. Les cartes côtières sont communément tracées à échelle de 1:100 000, et les levés qui leurs sont associés sont à échelle de 1:50 000. Dans le cas des eaux du large, on produit une série de cartes des ressources naturelles à échelle de 1:250 000, alors que les relevés sur lesquels elles sont fondées sont à échelle de 1:150 000, avec profils à tous les 8 km.

Comme il n'est pas pratique de cartographier progressivement tout le long de la côte, on a mis au point un système de priorités. Actuellement, on effectue un levé détaillé du large de Terre-Neuve. D'abord, les données existantes pour cette région sont limitées et anciennes, ensuite et surtout, les découvertes de pétrole au large ont déclenché une poussée de développement économique. Le choix des priorités a été également influencé par la pêche, et on est actuellement à faire des levés au large de la Nouvelle-Écosse dans la région de Meteghan et sur le plateau Scotian. La poursuite de levés systématiques est ordinairement directement reliée au calendrier de production des cartes de navigation. Dans certains cas, cependant (p. ex., celui de nos récents levés des baies de Fortune et de la Trinité à Terre-Neuve), ils sont fonction de l'intérêt que suscitent les fjords profonds comme sites possibles de construction de plates-formes pétrolières.

On a accordé ces dernières années une attention particulière à l'Arctique. Les hydrographes ont reconnu l'urgence de se tourner vers cette région à la suite de la découverte de pétrole et de gaz dans l'Archipel arctique et la mer de Beaufort, ainsi que le projet d'acheminer les ressources dans des pétroliers géants par le passage du Nord-Ouest. Les levés dans l'Arctique sont particulièrement difficiles à exécuter : la saison de travail est courte et plusieurs régions sont recouvertes en permanence d'une épaisse couche de glace de pack. L'IOB possède deux grands navires renforcés contre les glaces (le nsc *Hudson* et le nsc *Baffin*) pouvant mener des travaux de recherche océanographique et des levés hydrographiques, mais plusieurs secteurs de l'océan Arctique leur sont inaccessibles à cause d'une épaisse couche de glace. Par exemple, les îles Reine-Elizabeth, où l'on a découvert du gaz naturel à l'île Roi-Christian et dans la péninsule Sabine, et le détroit du Vicomte-Melville, au centre du passage du Nord-Ouest, sont interdits à nos navires. Cette difficulté a été heureusement surmontée en partie par l'utilisation des brise-glace de la Garde côtière. Néanmoins, il est tout simplement impossible de faire les levés de certaines régions par des moyens conventionnels, et le Service hydrographique du Canada a été un pionnier dans le développement de méthodes de sondage à travers la glace. Ce dernier se pratique à partir d'hélicoptères ou de véhicules tous terrains équipés d'écho-sondeurs (voir DOLPHIN et ARCS, chapitre 3).

Roger Belanger

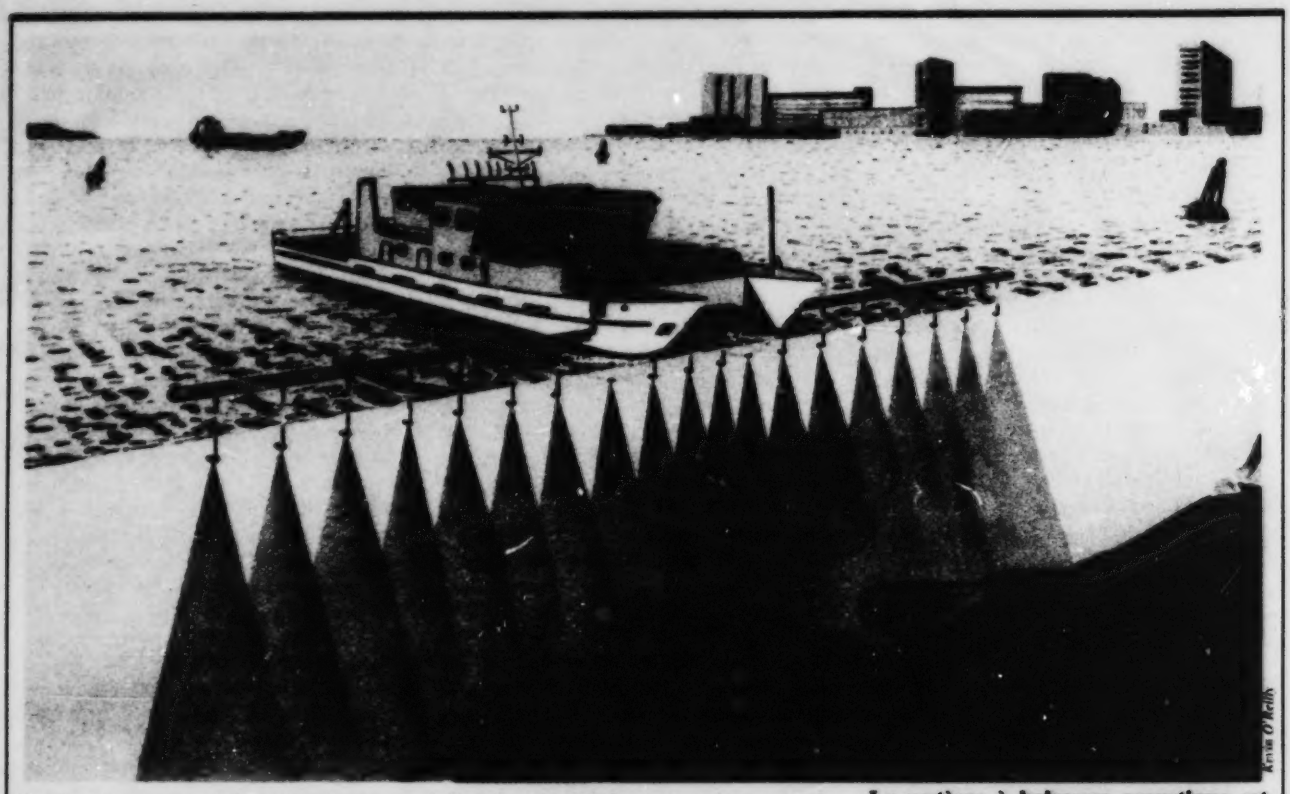
La côte du Labrador est parsemée d'îles dont le Service hydrographique du Canada doit faire des levés précis, qui aideront les navigateurs.

Levés des voies maritimes

Il faudrait beaucoup de temps pour étudier d'une rive à l'autre les vastes étendues arctiques. Il a donc été décidé, il y a plusieurs années, de concentrer les efforts sur les voies maritimes, qui pourront être élargies par la suite, à mesure que la trafic augmentera et que les ressources le permettront. C'est un peu comme la construction, tout d'abord, d'un chemin de charroi, ensuite d'un chemin de terre, d'une route pavée à voie unique et, finalement, d'une route à plusieurs voies. On a fait de cette manière le levé du passage du Nord-Ouest, depuis la baie Baffin à l'est à la mer de Beaufort à l'ouest. Certaines parties sont larges, d'autres sont étroites. Un tel procédé a été pratique, surtout dans le détroit du Vicomte-Melville, où on a pu faire des sondages à travers la glace; la superficie entière a été couverte sur quadrillage espacé, tandis que, le long de la voie maritime proposée, on a utilisé un quadrillage très serré.

Il en a été de même dans la mer de Beaufort où une couverture complète le long de la voie proposée est essentielle, à cause d'obstructions sur le fond de la mer, désignées sous le nom de PLF (*Pingo Like Features* = buttes «pingoformes») représentant un danger pour les pétroliers géants. Ces PLF se trouvent là où du pétrole a été découvert, et il a donc fallu faire un levé très détaillé de la voie maritime à ces endroits.

Le Projet du plateau continental polaire a été mis en place il y a plus de 20 ans par le gouvernement canadien dans le but de mieux connaître cette région. Aujourd'hui, la plus grande partie de l'Arctique, y compris le plateau continental de



Le système à balayage acoustique est présentement conçu et construit à l'IOB en vue d'améliorer les levés systématiques des chenaux de ports bien achalandés. Le système est constitué par plusieurs écho-sondeurs qui, au cours de plusieurs passages d'un navire, peuvent vérifier la présence ou l'absence d'obstructions à la navigation dans le chenal.

l'océan Arctique, a été systématiquement couverte à travers la glace. On a utilisé un grillage avec points espacés de 10 km, ce qui a quand même permis de recueillir des données généralement satisfaisantes sur la bathymétrie. Cette information a beaucoup aidé à la planification des développements dans l'Arctique.

On est actuellement à superposer les levés des voies maritimes à la couverture bathymétrique générale et, à mesure que le permettent les ressources, on étend le travail aux passages critiques des îles de l'Arctique. Ces dernières années, on a fait les levés du détroit de Fury et Hecla, du chenal Belcher et du détroit du Prince-de-Galles. On se propose de tracer la voie maritime dans le détroit de Jones et de poursuivre le travail dans la mer de Beaufort. Tous les bureaux régionaux du Service hydrographique du Canada participeront à ces importants levés dans l'Arctique.

Levés répétitifs

À certains endroits, le fond de la mer le long de la ligne de côte canadienne, est en perpétuelle évolution. Ceci peut entraver des travaux tels que la pose de pipe-lines pour le transport du pétrole et de câbles sous-marins. Dans les eaux moins profondes du littoral, l'instabilité du fond est la cause d'une érosion plus prononcée dans certaines régions et de dépôts sédimentaires plus abondants dans d'autres. L'étude de ces processus est le domaine des géologues, mais ce sont les ingénieurs qui voient à ce que les chenaux de navigation et l'entrée des ports soient libres. Au moins trois organismes gouvernementaux y travaillent en collaboration : le ministère des Travaux publics fait les dragages, la Garde côtière entretient les bouées et balises, et le Service hydrographique du Canada fournit des cartes modernes.

Sur la côte atlantique du Canada, les chenaux de plusieurs ports, en particulier ceux du Nouveau-Brunswick, se bouchent régulièrement. L'important port de Saint-Jean est particulièrement susceptible à l'envasement, de même que ceux de Bathurst, Dalhousie, Pugwash et Stephenville. Le long chenal de l'estuaire de la Miramichi pose des problèmes spéciaux, et un programme de dragage de plusieurs millions de dollars modifiera de façon significative le cours de ce chenal.

On met actuellement au point les moyens d'améliorer les levés systématiques de ces chenaux. Le système à balayage acoustique consiste essentiellement en un râteau d'écho-sondeurs de 30 m de long porté par le navire sur toute la longueur des chenaux et en plusieurs balayages, afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'obstructions. Cette opération se fera après le dragage pour être sûr que, partout, la profondeur libre soit respectée. Le chenal sera ensuite balayé de nouveau annuellement afin de détecter tout changement qui aurait pu se produire dans le cours de l'année, en particulier sous l'influence de la glace d'hiver et du ruissellement de printemps.

Systèmes de positionnement

Comme nous l'avons mentionné plus haut, le positionnement en mer se fait actuellement presque exclusivement par des moyens électroniques. À l'exception des systèmes satellitaires modernes, il y a compromis entre la portée et la précision : les systèmes à courte portée sont ordinairement plus précis que ceux à longue portée. Le positionnement, dans la plupart des levés en vue de terre, est réalisé par une forme quelconque d'un système à micro-ondes tel que Mini-ranger ou Telluro-meter MRD. Ces systèmes, précis à 10 m près ou moins, sont limités à la ligne de vision ou à ce que l'instrument peut voir. Les systèmes à moyennes fréquences sont utilisés à 100-200 km du rivage : leur précision est moindre, soit 25-50 m. Des systèmes typiques de cette portée sont le Hi-Fix 6 et l'Argo.

Un nouveau venu parmi les systèmes à moyennes fréquences a été récemment évalué et semble prometteur. Le système exceptionnel français Sydelis fonctionne sur hyper-fréquence, mais a une portée de plus de 100 km. Il incorpore un système de codage d'impulsion unique et, contrairement à plusieurs autres types, ses signaux ne semblent pas être influencés pour la peine par passage sur une voie comportant un mélange de mer et de terre. Pour de plus longues portées en haute mer, on utilise de plus en plus le Loran-C, dont la portée est de 500 à 1 500 km, avec précision, dans des conditions normales, de 50 à 200 m. Les navigateurs, ainsi que les hydrographes chargés de produire les cartes hydrographiques, utilisent ce système. Pour cette raison, le Service hydrographique du Canada fait un calibrage soigné du système avant d'entreprendre un levé, et inscrit en outre sur ses cartes un quadrillage précis des lignes de référence du Loran-C.

Les systèmes satellitaires chevauchent les systèmes à moyenne et longue portée et offrent une couverture à l'échelle mondiale. À ce jour, le système satellitaire de navigation de la marine (NNSS) a été utilisé, mais le système Navstar-GPS sera accessible à l'avenir (voir aussi chapitre 3). Originellement, le NNSS a été développé par la marine américaine dans le but de déterminer avec précision la position de ses sous-marins Polaris. Un certain nombre de satellites à orbite polaire transmettent des signaux dont les changements de fréquence (effet Doppler) servent à obtenir une position précise par rapport aux paramètres orbitaux des satellites. Un inconvénient de ce système est que la position ne peut être obtenue qu'à intervalles d'environ 90 minutes et aussi qu'il faille connaître la vitesse exacte du récepteur. Le système Navstar-GPS, pour sa part, indiquera la position en continu et n'est pas influencé par la vitesse du navire. Une des réalisations majeures de l'IOB dans le domaine de la navigation a été l'intégration de différents systèmes pour donner une position précise par optimisation des divers signaux. Ce système, connu sous le nom de BIONAV (Système intégré de navigation de l'Institut océanographique de Bedford), est maintenant utilisé dans la plupart de nos principales expéditions en mer.

LA COLONNE D'EAU

Le réseau de marégraphes et d'indicateurs de niveau de l'eau du Canada

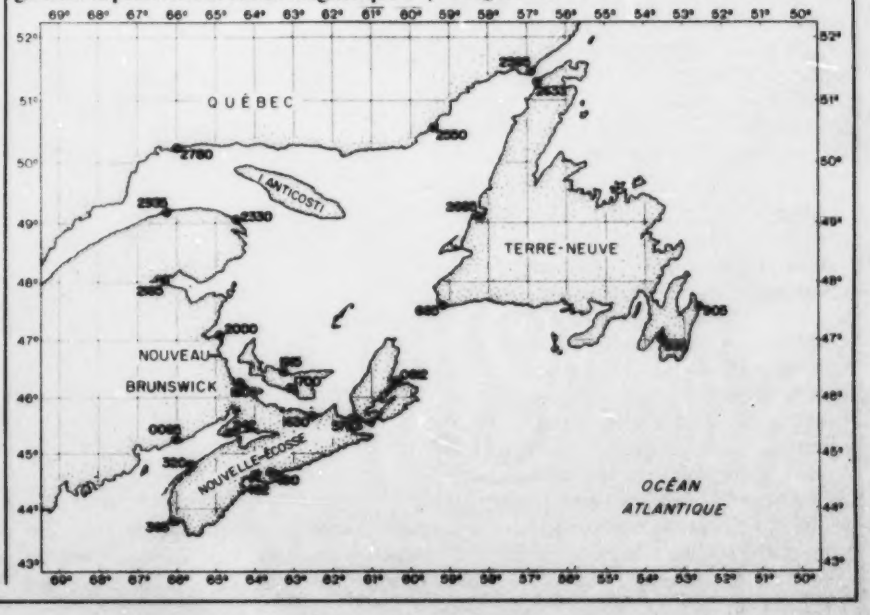
— S.T. Grant

Le 1er avril 1982, le Service hydrographique du Canada se chargeait entièrement du fonctionnement et de l'entretien du réseau permanent de marégraphes et d'indicateurs de niveau de l'eau, désigné sous le sigle PGN *(Permanent Tides and Water Levels Gauging Network)*. Auparavant, ce réseau était la responsabilité du ministère de l'Environnement, qui s'occupe encore des quatre appareils du Québec (2330, 2550, 2780, 2935).

Le gouvernement fédéral s'est chargé, depuis plus de 90 ans, du fonctionnement d'indicateurs de niveau de l'eau à des points stratégiques des côtes canadiennes et des principales voies maritimes de l'intérieur. Par exemple, les indicateurs de Saint Jean (N.-B.) (0065), de Halifax (0490) et de Pictou (1630) ont été installés en 1894, 1895 et 1896 respectivement. Au cours des ans, les nombres, types, positions et responsabilités de gestion de ces appareils ont subi de nombreux changements. Le réseau actuel comprend 140 indicateurs à travers le Canada : 25 sur chacune des deux côtes, 15 dans l'Arctique et 75 dans les Grands Lacs et la voie maritime du Saint-Laurent.

Le réseau PGN utilise trois types de marégraphes : un type à flotteur, un type à pression (barbotteur) et le marégraphe à pression submersible Aanderaa enregistreur. Les marégraphes à flotteur mesurent le niveau de l'eau par détection du mouvement vertical d'un flotteur dans un puits tranquilisant, enceinte verticale à accès limitée de l'eau extérieure, ce qui a pour effet d'amortir ou d'éteindre l'action des vagues à haute fréquence. Les marégraphes à pression (barbotteurs) envoient un jet continu de bulles dans un tube vide jusqu'au fond et détectent le changement de pression requis pour pomper ces bulles résultant de la hauteur variable de la colonne d'eau au-dessus de l'extrémité du tube. Les marégraphes submersibles Aanderaa sont des unités autonomes placés au fond de la mer, qui fonctionnent, sans surveillance, pendant un an ou plus et enregistrent la pression sur ruban magnétique à intervalles prédéterminés (ordinairement une fois par heure). Les données ainsi enregistrées ne sont pas accessibles tant que l'appareil n'aura pas été récupéré. Ces jauges submersibles enregistrent la somme des pressions de l'eau et de l'atmosphère.

Stations de la Région atlantique et du Québec du Réseau permanent de marégraphes et d'indicateurs de niveau de l'eau du Canada. Le SHC, Région de l'Atlantique, a maintenant la responsabilité de tous ces appareils, sauf ceux du Québec.



de telle sorte qu'il doive y avoir à chaque site un barographe permettant d'éliminer l'apport de la pression atmosphérique. Pour cette raison, ces marégraphes sont dispendieux, et le PGN ne les utilise que dans l'Arctique où les types à flotteur et à bulles seraient très dispendieux. Des plongeurs remettent en place ces marégraphes submersibles chaque été.

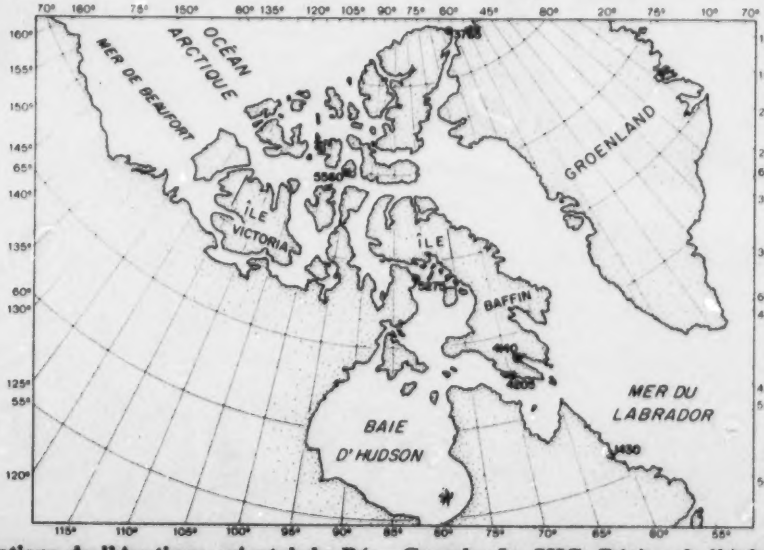
Tous ces marégraphes, y compris les submersibles, sont influencés par les rudes conditions arctiques. C'est ainsi, par exemple, que, quand des plongeurs ont tenté de récupérer l'appareil de Lake Harbour à l'été 1982, ils n'ont trouvé, là où le marégraphe aurait dû être, qu'un sillon de râclage d'iceberg d'une largeur de 10 m et d'une profondeur de 5 m.

Le Réseau permanent de marégraphes est continuellement amélioré et modernisé. Huit marégraphes de la Région de l'Atlantique sont munis de systèmes d'acquisition des données marégraphiques et de télémétrie (TATS), et 4 unités supplémentaires seront installées en 1983. Ces unités incorporent des microprocesseurs qui enregistrent la hauteur de la marée à intervalles de 15 minutes durant des périodes allant jusqu'à 7,5 jours. Les données ainsi recueillies sont transmises par lignes téléphoniques à un ordinateur installé à terre. Le Service des données sur le milieu marin (MEDS) du ministère des Pêches et des Océans a programmé un ordinateur PDP-11 de façon à obtenir automatiquement par téléphone, chaque jour, les données marégraphiques de chacune des 30 unités TATS éparpillées à travers le pays. Plusieurs stations PGN dans les Grands Lacs ont des unités Tele-Announcer qui donnent la hauteur de l'eau sous forme de message enregistré sur ruban. La Région du Pacifique est munie de plusieurs marégraphes spécialement équipés pour prédire automatiquement l'arrivée de tsunamis — vagues océaniques produites par un tremblement de terre ou une éruption volcanique.

On engage à forfait des surveillants qui visitent chaque marégraphe deux ou trois fois la semaine et qui enregistrent la hauteur des marées, tant des marégraphes que des échelles de marées externes et (ou) de jauges manuelles distinctes à l'intérieur du kiosque à instruments, ou encore des unités TATS, lorsque présentes. À la fin de chaque mois, le surveillant enlève la bande analogique du marégraphe qu'il transmet, avec d'autres données, au Bureau régional des marées, où on les vérifie et les annote soigneusement avant de les passer au MEDS à Ottawa. Les données marégraphiques du PGN sont ensuite converties en numérique, analysées, classées dans les archives et distribuées par le MEDS qui, chaque année, reçoit des centaines de demandes de données de PGN. Comme exemple des multiples façons dont peuvent être utilisées ces données, notons :

— *Navigation* : dans la prédiction des niveaux de marée et de hauteur d'eau à court et à long terme (c.-à-d. Tables des marées); la préparation de données en temps réel et de tables de temps d'attente pour sécurité de navigation dans certains ports et rivières
— *Hydrographie* : dans la préparation de réduction des sondages et de cartes de lignes cotidales; la détermination du niveau de référence des cartes, des lignes de haute et de basse eau, et des profondeurs libres dans la préparation de cartes et d'instructions nautiques
— *Géodésie* : dans l'établissement des niveaux de référence verticaux des réseaux national et international
— *Géophysique* : dans les études du mouvement de la croûte, des marées terrestres et de la forme de la terre
— *Océanographie* : dans l'étude des marées océaniques; la détermination du niveau moyen de la mer; la détection des tsunamis; l'établissement de conditions frontalières pour modèles numériques
— *Limnologie* : dans l'étude des seiches, des dénivellations dues au vent et des ondes de tempête
— *Ingénierie côtière* : dans le design des gares maritimes; le dragage et le développement des ports
— *Ingénierie hydraulique* : dans le réglage du niveau des lacs pour maximum de stockage; les calculs de débit; la conception des émissaires d'égouts et des entrées d'aqueducs
— *Autorités légales* : dans l'établissement des limites de haute et de basse eau; la détermination des niveaux de l'eau lors d'enquêtes sur l'échouement de navires et les dommages à la propriété à la suite d'inondations
— *Photogrammétrie* : dans la production des données marégraphiques nécessaires à la détermination du temps optimal pour la photographie aérienne des plages et des marais et à la détermination des élévations sur photographies
— *Ressources océaniques* : dans la détermination des maxima d'amplitude des marées et des courants en vue d'études de l'énergie marémotrice; la production de données marégraphiques pour plates-formes de forage du large

Il y a beaucoup à faire. Plusieurs marégraphes sont âgés et devront être remplacés dans les quelques prochaines années. Selon l'endroit où l'appareil sera installé, le coût de construction d'un marégraphe varie entre 20 000 $ et 50 000 $, et sa durée de vie devrait être de 30 ans. Jusqu'à un certain point, le réseau de marégraphes s'est développé en fonction des besoins locaux; c'est pourquoi la couverture est excellente dans certaines régions et nulle dans d'autres. Par exemple, il n'y a qu'un marégraphe (Nain, 1430) sur la côte est, entre Saint-Jean (T.-N.) (905) et la baie Frobisher (4140), et c'en est un qu'il est urgent de remplacer. La couverture est également très éparse dans l'Arctique. À cause des rudes con-



Stations de l'Arctique oriental du Réseau permanent de marégraphes et d'indicateurs de niveau de l'eau du Canada. Le SHC, Région de l'Atlantique, a la responsabilité de tous ces appareils.

ditions ambiantes, la mesure des marées à long terme dans cette région rencontre de sérieuses difficultés. Cependant, on est en voie de mettre au point, pour l'Arctique, un marégraphe de type barbotteur. Le Groupe de développement sur les marées au Laboratoire Bayfield du Centre canadien des eaux intérieures à Burlington, en Ontario, est chargé de ce travail.

Surveillance de la température à long terme

— B.D. Petrie

Roger Bélanger

Brian Petrie

La température de l'eau influe profondément sur la croissance, la ponte et l'alimentation des animaux marins. Il faut au biologiste des pêches suffisamment de données pour qu'il puisse séparer les effets de la température de l'eau de ceux d'autres variables océaniques. À cette fin, il doit faire des mesures sur une période de plusieurs années, et les données doivent être recueillies sur les lieux de pêche mêmes.

En 1978, quatre scientifiques de la Station biologique de St. Andrews (N.-B.) s'adressaient à l'IOB et lui demandaient de les aider à mettre sur pied un programme à long terme de surveillance des températures au fond de la mer. Ces scientifiques étudiaient l'influence de la température sur la croissance et l'alimentation des stocks d'invertébrés commerciaux des régions côtières, tels que homards, crabes et pétoncles : cette information leur serait utile dans l'estimation du taux de croissance et de la capturabilité des stocks. Cette année-là, à cause de temps et de ressources financières limités, l'échantillonnage ne s'est fait qu'à 14 sites dans les régions de Yarmouth, Digby, Guysborough et est du détroit de Northumberland.

La mesure de la température de l'eau sur un banc de pêche étendu n'est pas sans poser de problèmes. Au début, un grand nombre de thermographes doivent être ancrés dans une région donnée, de façon à échantillonner adéquatement les changements qui peuvent se produire dans l'espace et dans le temps. On pourra probablement enlever par la suite les appareils redondants. Il faut toutefois se rappeler que les appareils placés dans des régions de pêche intensive peuvent être endommagés ou entraînés par un engin de pêche. Un thermographe redondant l'année dernière est peut-être le seul dont on disposera cette année... C'est pourquoi on a besoin d'un bloc d'amarrage d'instruments peu dispendieux. Le programme de surveillance des températures à long terme près de la côte a utilisé, dès le début, le thermographe analogique Ryan, modèle J (qui coûte 400 $). L'appareil enregistre les températures à ±0,5 °C près durant six mois. L'amarrage consiste en un sac de filet, contenant l'instrument, fixé à une ancre sur le fond et à une petite bouée à la surface. Environ 80 % des sites sont sous la charge de pêcheurs locaux engagés pour amarrer, inspecter et récupérer les thermographes. Pour ce qui des autres installations, des scientifiques individuels s'en chargent.

Le tableau et la figure ci-joints illustrent la croissance du programme depuis 1978. Dès 1982, le nombre des sites et le volume de données s'étaient multiplés par des facteurs de 7 et 56 respectivement. En 1982, le nombre d'organismes participant à des mesures sur le terrain était de 12, comparativement à seulement 1 (St. Andrews) en 1978. Certains sites sont maintenus à l'année longue, tandis que la plupart ne fonctionnent que du début du printemps à la fin de l'automne.

Il y a actuellement 207 thermographes Ryan, que se partagent les régions du Golfe, de Terre-Neuve et Scotia-Fundy. Des Dobson, du Laboratoire océanographique de l'Atlantique, s'occupe de la distribution des appareils aux pêcheurs qu'il a engagés pour surveiller le programme sur le terrain. Il est également chargé de calibrer chaque thermographe avant et après déploiement, d'entretenir et réparer les appareils et de conserver les enregistrements. Occupé à plein temps à réalisation de ce programme, il a acquis une profonde connaissance du thermographe. Tellement, qu'à sa suggestion, le manufacturier a fait au moins huit modifications à l'appareil. Les deux plus importantes ont été un simple changement qui a permis au thermographe de fonctionner à de plus grandes profondeurs, soit 370 m au lieu de 150 m, et l'introduction d'une fenêtre à la partie supérieure du thermographe permettant au surveillant de vérifier le fonctionnement de l'appareil sans l'ouvrir. Des a également eut l'idée que le thermographe pouvait être modifié en un déclencheur à action différée, de sorte qu'après une période prolongée dans l'eau, il relâcherait un flotteur et un câble qui monteraient à la surface. L'appareil serait ensuite récupéré. Ce dispositif a réduit le risque que l'amarrage de l'appareil soit entraîné par un engin de pêche si le câble et le flotteur étaient déployés durant toute la période d'amarrage. Orion Electronics de la Nouvelle-Écosse a construit avec succès six mécanismes de déclenchement peu dispendieux et qui sont actuellement utilisés.

Chaque année, Evans Computer Applications Ltd. de la Nouvelle-Écosse convertit en numérique les tracés analogiques en lectures de 4 à l'heure et produit courbes, listes et rubans magnétiques des données. Un rapport annuel, qu'on peut se procurer de Des Dobson, inclut une évaluation des données et du réseau d'échantillonnage.

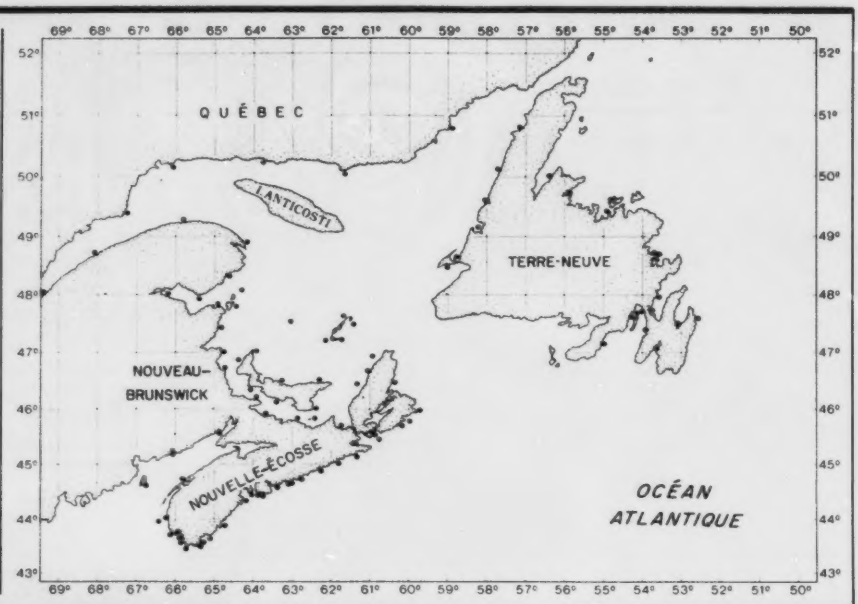
Les pêcheurs de homards de l'est du détroit de Northumberland et de la baie Saint-Georges (N.-É.) ont signalé que la pêche était bonne quand le vent soufflait du nord-ouest et moins bonne par vent de sud-est. Les données obtenues à l'aide de thermographes placés au fond dans le détroit et celles des programmes du Laboratoire d'écologie marine dans la baie Saint-Georges indiquent que les vents du nord-ouest favorisent des températures de fond plus élevées, tandis que ceux du sud-est produisent des températures de fond plus basses. Il semblerait donc que les homards se nourrissent plus activement, et par conséquent pénètrent en plus grand nombre dans les casiers, en périodes d'intrusions d'eau plus chaude sur le fond. Les thermographes Ryan n'ont pas été limités aux pêcheries d'invertébrés. Les biologistes continueront cette année d'étudier le début de la fraie du hareng dans la région de la Miramichi, au Nouveau-Brunswick, tandis que, l'année dernière, le groupe de Terre-Neuve a utilisé des

Année	1978	1979	1980	1981	1982
Nombre de sites	14	41	43	60	94
Jours de données	255	1 968	3 991	6 055	14 280
Retour de donnés, %	58	56	76	55	77

Expansion du programme de surveillance de la température, 1978-1982.

thermographes dans un programme semblable sur le capelan de la région de la baie de la Trinité.

Le programme a souffert du changement de personnel biologique, soit à la suite de changements de juridiction des pêches, soit simplement changèments de position, ce qui a nui à la continuité du travail. Les programmes à long terme sont particulièrement vulnérables à cela. Certains pêcheurs ont fait un excellent travail d'entretien des sites au cours des ans, alors que d'autres, heureusement peu nombreux, se sont désintéressés après une première année. Il y aura revue complète du programme en 1983, après quoi on décidera de son orientation future.



Sites de thermographes Ryan occupés depuis 1978 et ceux proposés pour 1983.

Surveillance de l'environnement à Pointe Lepreau

— J.N. Smith

John Smith

Roger Bélanger

En octobre 1982, la centrale nucléaire de Pointe Lepreau, située à 20 km au sud-ouest de Saint-Jean (N.-B.), sur la rive de la baie de Fundy, commença à produire de l'électricité de son réacteur CANDU de 660 MW, devenant ainsi le premier réacteur nucléaire en opération sur la côte canadienne. La centrale de Pointe Lepreau libérera sa chaleur et sa radioactivité en grande partie dans l'environnement marin, ce qui pourrait poser des problèmes de pollution que l'on rencontre nulle part ailleurs dans les installations canadiennes. Reconnaissant les contraintes spéciales imposées à l'environnement marin par la proximité du réacteur, le ministère des Pêches et des Océans a mis sur pied un programme de surveillance afin d'évaluer l'impact environnemental à long terme de la centrale nucléaire de Pointe Lepreau. Contrairement à la plupart des autres programmes de surveillance de l'environnement, qui mettaient l'accent presque exclusivement sur des problèmes de santé humaine, le Programme de surveillance de l'environnement de Pointe Lepreau (PLEMP) a été conçu de façon à mieux comprendre la distribution de la radioactivité dans l'environnement. Cette dernière a été mesurée sur des échantillons représentatifs des principaux réservoirs environnementaux, tels qu'eau de mer, sédiments, flore et faune marine, gaz et particules atmosphériques, phases biologiques terrestres, sols et sédiments lacustres. Ces mesures, couplées à d'autres paramètres écologiques et océanographiques, servent à identifier les voies de transport des radionuclides dans l'environnement et à déterminer les flux de ces derniers le long de voies spécifiques. Le programme de surveillance comprend deux phases : préopérationnelle et opérationnelle. Pendant la première, la radioactivité et les substances chimiques présentes naturellement ont été mesurées au voisinage de Pointe Lepreau. On est actuellement à comparer avec les conditions naturelles les mesures effectuées pendant la phase opérationnelle du réacteur afin de détecter tout effet préjudiciable à l'environnement associé au fonctionnement du réacteur.

Au cours de la phase préopérationnelle du PLEMP, on a recueilli une grande quantité de données de base sur l'environnement. La distribution dans les sédiments des radionuclides qui s'y trouvent naturellement, Pb-210 et Ra-226, a été l'objet d'études approfondies en vue d'estimer les taux de sédimentation et de «bioturbation» dans différents lacs de la région et régimes de dépôts marins de la baie de Fundy. Afin d'étudier leur assimilation dans les phases physiques et biologiques, les radionuclides dérivés d'essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère, tels que Cs-137, Sr-90, Pu-239 et Pu-240, ont été utilisés comme marqueurs. Les radionuclides cosmogéniques produits dans la haute atmosphère, tels que H-3 et Be-7, ont été mesurés dans la vapeur d'eau et sur les particules atmosphériques, afin de prédire les voies de dispersion de la radioactivité mise en liberté dans les gaz de cheminée de la centrale de Pointe Lepreau. Parmi les autres données chimiques de référence, notons les mesures de substances nutritives et de métaux à l'état de traces dans l'eau de mer, les sédiments et les particules en suspension de la baie de Fundy.

Les autres types de données environnementales de référence recueillies au cours du PLEMP comprennent des relevés des communautés benthiques du littoral près de Pointe Lepreau en vue d'évaluer l'impact de la libération de chaleur sur la diversité et la structure des communautés benthiques, ainsi qu'une étude des moeurs alimentaires des oiseaux de mer dans la région de Pointe Lepreau. Un levé à l'aide de dériveurs de surface et de fond a été effectué pendant 2 ans, afin de prédire les voies de transport des radionuclides mis en liberté par le réacteur, en phases dissoute et particulaire. Un réseau de stations de surveillance de l'air en place dans la région de Pointe Lepreau, dont une en opération à Digby, en Nouvelle-Écosse, fournit en continu des données sur les paramètres météorologiques et les niveaux de radioactivité atmosphérique. Les données environnementales de base recueillies dans les cadres du PLEMP sont publiées dans des rapports annuels (voir

Smith, J.N. *et al.*, Publications, chapitre 5).

D'après les résultats de la phase préopérationnelle du PLEMP, il n'y a pas d'augmentation apparente des concentrations de radionuclides en fonction de l'élévation des niveaux trophiques des organismes. On a toutefois observé des différences significatives de niveaux de radioactivité entre différents tissus d'organismes individuels. Les niveaux de radionuclides sont de plusieurs ordres de grandeur plus bas dans les phases biologiques marines (algues, plancton, moules, etc.) comparativement aux phases biologiques terrestres (lichens, aulnes, campagnols, lièvres, etc.) et aquatiques (nénuphars, grenouilles, rats-musqués, etc.). Ceci est évidemment dû à la présence d'un grand réservoir d'eau de mer à propriétés diluantes et à son fort pouvoir ionique, dont la fonction est de limiter la sorption des radionuclides aux particules de surface. De même, les niveaux les plus élevés de radionuclides de retombées ont été mesurés dans les organes d'oiseaux à régime alimentaire terrestre, tels que les étourneaux, tandis que des niveaux plus bas ont été observés dans le foie et le muscle d'oiseaux à diète marine, tels que goélands argentés et cormorans.

Les lichens sont d'excellents collecteurs de matériel particulaire atmosphérique et on les utilise actuellement comme espèces indicatrices, coût-effectives, des niveaux de radioactivité atmosphérique à Pointe Lepreau. Dans des mesures de rapports isotopiques de radionuclides produits lors d'un essai d'armes nucléaires par les Chinois en octobre 1980, on a obtenu une bonne concordance entre les échantillons de lichens et les particules recueillies aux stations de surveillance atmosphérique durant tout l'été 1981. Les résultats préopérationnels du PLEMP indiquent que les niveau de radionucléides de référence dans la baie de Fundy sont faibles et s'accordent généralement avec les niveaux détectés dans d'autres environnements marins côtiers.

Dans la présente phase opérationnelle du PLEMP, des mesures sont faites en vue de caractériser la distribution, en état d'équilibre, de la chaleur et de la radioactivité libérées par la centrale de Pointe Lepreau. On observera, pendant les 3-5 prochaines années, l'absorption de radioactivité dans différents réservoirs de l'environnement, et on recueillera des données sur les effets écologiques de la radioactivité dans des phases particulières. Ce programme a pour but ultime de fournir au gouvernement une base scientifique solide qui lui permettra d'évaluer les implications environnementales de réacteurs nucléaires dans des milieux côtiers.

Études de la mer du Labrador

— J.R.N. Lazier et R.A. Clarke

John Lazier

Le courant du Labrador coule en direction du sud-est le long de la côte du même nom et entraîne une eau froide, de faible salinité, depuis l'Arctique et l'Atlantique nord-ouest vers les plateaux et talus continentaux canadiens du sud. En hiver et au printemps, le courant est infesté de glace de pack et d'icebergs en provenance de la baie Baffin; en été, la région est parsemée d'appareils de forage à la recherche de gaz et de pétrole, et de bateaux de pêche exploitant des ressources halieutiques qui sont parmi les plus riches du Canada. Au large du talus continental, les eaux de la mer du Labrador sont plus chaudes et plus salées que dans les courants côtiers. Les vents soufflant de la côte en hiver refroidissent ces eaux, augmentent leur densité et donnent naissance à une masse d'eau intermédiaire connue sous le nom d'eau de la mer du Labrador. Cette eau se répand dans tout le nord de l'Atlantique nord, à des profondeurs de 1 500-2 000 m. Ce processus joue un rôle important dans l'équilibre atmosphère-océan du bioxyde de carbone et dans le renouvellement des eaux océaniques profondes.

La Garde côtière américaine a été la première à étudier systématiquement, à la fin des années vingt et au début des années trente, l'hydrographie du courant du Labrador et de la mer du Labrador. Les données recueillies ont été utilisées pour prédire la dérive des icebergs et leur décomposition au large des Grands bancs de Terre-Neuve et aussi pour planifier le programme de surveillance océanographique qui s'est poursuivi jusqu'à une époque récente. Le programme de surveillance a été généralement effectué d'avril à juin inclusivement, la période durant laquelle les icebergs posent le plus de danger.

Dans les années cinquante et soixante, on a entrepris d'autres expéditions multi-institutionnelles dans l'Atlantique nord-ouest et la mer du Labrador en réponse aux besoins d'une exploitation croissante des stocks de poissons de la région. Des sections hydrographiques standard perpendiculaires aux plateaux continentaux du Groenland, du Labrador, de Terre-Neuve et Scotian ont été établies par l'Organisation des pêcheries de l'Atlantique nord-ouest, et les pays membres se sont engagés à couvrir ces sections saisonnièrement, quand se présente l'occasion. On observe sur ces bancs de fortes variations annuelles d'abondance des classes d'âge des divers stocks de poissons. On croit qu'elles résultent de variations semblables de l'environnement physique. Les scientifiques espèrent suivre l'environnement physique par le biais de ces sections standard et établir la relation entre les variations de l'environnement et celles des populations de poissons.

Dans les années soixante, les océanographes physiciens ont réalisé que l'océan présentait une grande variabilité, à échelle spatiale de 100 km et à échelles temporelles allant de jours à semaines. Pour cette raison, des sections standard couvertes saisonnièrement ne pouvaient ni résoudre cette variabilité ni permettre les ajustements nécessaires pour en tenir compte, quand il s'agissait, par exemple, de calculer la moyenne saisonnière de température d'une année donnée. Pour plus d'efficacité, il fallait exercer une surveillance plus serrée. Des instruments enregistreurs amarrés, déployés sur le plateau Scotian, confirmèrent dès le début l'imperfection de sections visitées saisonnièrement dans cette région.

Dans les années cinquante, on a commencé à faire régulièrement des mesures depuis des navires météorologiques (OWS). Une analyse des données recueillies à la station *Bravo* dans la mer du Labrador jusqu'en 1974 indique qu'il s'était produit un important changement de salinité sous la surface, changement qui avait persisté durant plusieurs années. On a pu relier ce changement à une circulation atmosphérique modifiée dans la région et constater qu'il ressemblait à ceux déjà observés dans les eaux entourant l'Islande. La présence de cette couche supérieure de faible salinité paralysa, pendant plusieurs hivers, la convection dans la mer du Labrador. Ceci à son tour entraîna des changements des conditions hydrologiques en profondeur sur une superficie étendue de l'Atlantique nord.

Le Laboratoire océanographique de

l'Atlantique (LOA) a fait des levés systématiques de la mer du Labrador en 1965-1967 et de nouveau en 1976-1978. Ces données, ainsi que celles recueillies antérieurement par nous-mêmes et par plusieurs autres, démontrent la façon dont l'eau de la mer du Labrador a changé dans la dernière décennie en réponse à des changements des eaux de surface. L'étude de ces phénomènes nous permet d'estimer une période de circulation d'une masse d'eau intermédiaire telle que l'eau de la mer du Labrador. Cette estimation est nécessaire dans l'élaboration de modèles mathématiques qui permettront de prédire la distribution des substances libérées aux sites d'immersion des déchets dans les profondeurs de l'océan et de construire des modèles du climat atmosphérique.

Entre 1976 et 1978, le LOA a installé des amarrages de courantomètres sous et dans le courant du Labrador. On a pu ainsi constater l'existence d'une grande variation, de périodes d'une semaine ou deux. Ceci nous a fait réaliser que la série historique de données, plutôt clairsemées, du courant du Labrador ne pouvait être utilisée pour déterminer les variations intra-annuelles. Par ailleurs, les données recueillies à des stations hydrographiques telles que *Bravo* et la Station 27 au large de Saint-Jean (T.-N.) indiquent que, sur une période de plusieurs années, les variations sont probables et importantes.

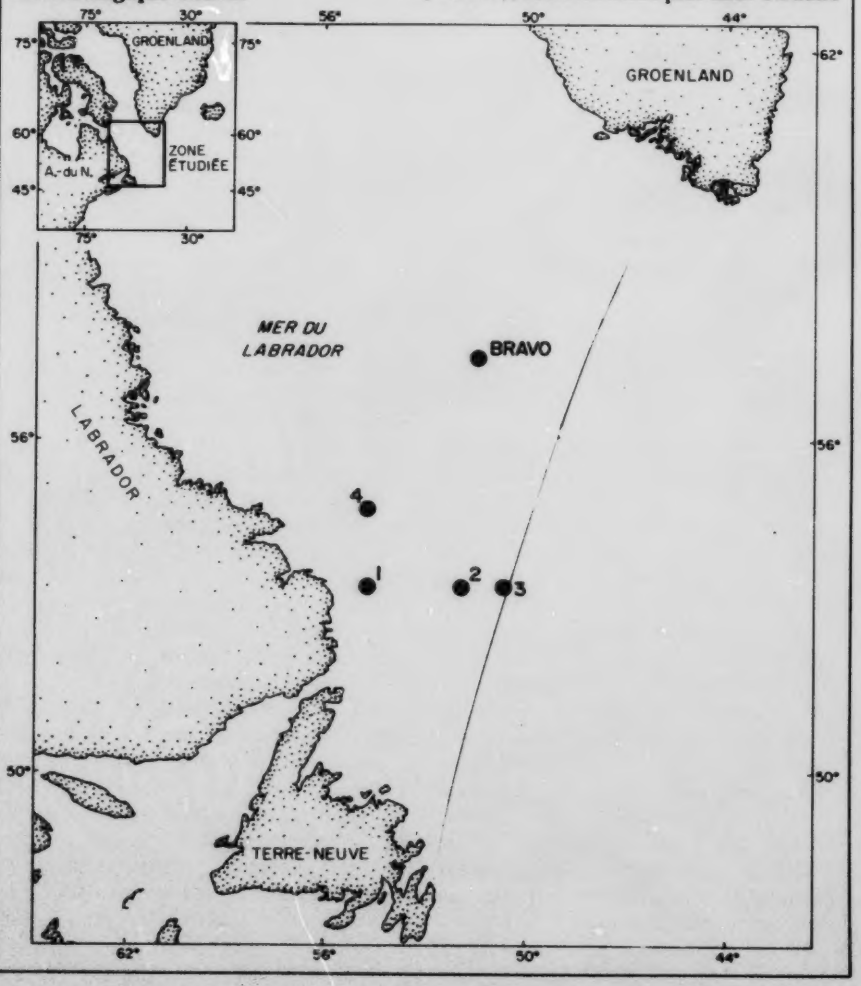
À l'automne 1978, le LOA a commencé à suivre la vitesse, la température et la salinité à quatre sites le long d'une section traversant le plateau continental à la hauteur du banc Hamilton. Ce programme représente l'effort principal du Laboratoire dans cette région. L'objectif est de recueillir des données sur des périodes suffisamment longues pour indiquer les changements saisonniers et à plus long terme du transport ou des caractéristiques de l'eau du courant du Labrador. On pourra ensuite relier ces données aux changements de circulation atmosphérique, ou encore aux variations des stocks de poissons et du succès de la reproduction. Le développement rationnel des ressources de la mer du Labrador dépend étroitement d'une telle information.

Un programme de surveillance de cette nature pouvant comporter au moins deux expéditions par année pendant 5 à 10 ans, il fallait un site à proximité de villes desservies par aéronefs et dans une région communément traversée par les navires de l'IOB. Nous voulions en outre un site où le courant du Labrador était bien défini par le caractère bathymétrique du fond, de sorte que quelques mesures à des endroits fixes donneraient des estimations fiables du transport. Le banc Hamilton a semblé être le meilleur compromis.

Initialement, trois sites d'amarrages ont été choisis le long d'une ligne perpendiculaire à la côte (indiquée dans la figure ci-jointe). La position 1 a été établie à l'extrémité méridionale de la cuvette marginale du Labrador, dans une dépression de 200 m située entre la côte et le banc Hamilton. Ce site est nominalement situé dans la branche côtière du courant du Labrador. Les positions 2 et 3 aux isobathes de 300 et 1 000 m ont été au coeur de la branche principale ou du large. Chaque amarrage a été muni d'un courantomètre Aanderaa placé juste au-dessus du fond; à la position 3, on a installé un courantomètre supplémentaire à 400 m. Nous aurions désiré installer des courantomètres dans les 100 m supérieurs, à chaque site; cependant, nous avons réalisé à la suite de tentatives à cet effet que les icebergs et (ou) les chalutiers causeraient des pertes considérables.

En date de novembre 1982, on avait déployé la série d'appareils 8 fois, amarrant un total de 27 courantomètres. Sur un total possible de 164 mois-courantomètres de données, on a obtenu seulement 89 mois. À la position 3, les amarrages et courantomètres ont été perdus par suite de la corrosion; à la position 2, ils ont été entraînés par des chalutiers ou des icebergs; et à la position 1, ils sont disparus à la suite d'une panne du mécanisme de libération ou à cause d'icebergs. Afin de réduire les pertes par corrosion, nous avons remplacé le fil métallique en acier inoxydable par un câble Kevlar synthétique non corrosif. Le site 2 a semblé particulièrement exposé aux icebergs et aux chalutiers et a été abandonné. On a établi en novembre 1982 un nouveau site d'amarrage à la position 4.

Toutes les récupérations n'ont pas été faites par le personnel de l'IOB. Un amarrage a dérivé vers le sud et a été découvert par un pêcheur de Baie Verte (Terre-Neuve), deux semaines plus tard. Un autre



Sites d'amarrages initiaux choisis en vue de suivre le vecteur vitesse, la température et la salinité en travers du plateau continental à la hauteur du banc Hamilton. On voit également la station météorologique *Bravo*.

s'est détaché trois semaines avant la date de récupération prévue et a dérivé durant 15 mois à travers l'Atlantique nord pour être finalement récupéré sur la côte occidentale d'Irlande, avec un parfait enregistrement de données intact.

Après 4 ans d'opération, on a recueilli 24 mois de données à la position 1 et 36 (avec vide de 3 mois à l'été 1981) à 1 000 m à la position 3. On ne fait que commencer à entrevoir les imporantes caractéristiques des changements saisonniers et à long terme. On voudrait croire dès maintenant que la vitesse du courant sous la branche du large à diminué ces deux dernières années. Nous espérons que d'autres mesures confirmeront que ceci n'est pas dû à de faibles changements de position des amarrages chaque fois qu'ils sont remis en place.

Les données du large montrent clairement un changement de température annuelle, qui passe d'environ 3,2 °C en mai à 3,7 °C en janvier, ce qui est surprenant à une profondeur de 1 000 m. Ces données montrent également un cycle annuel de température prononcé, à phase à peu près semblable à celle des profondeurs. Une observation imprévue au site côtier a été une soudaine baisse de température et de salinité, accompagnée d'une augmentation de la vitesse du courant, au milieu de février 1979 et 1980. On ignore la cause de ce phénomène. Malheureusement, les amarrages ont été perdus au cours de deux hivers suivants.

Le projet est maintenant à moitié terminé. Bien que nos pertes aient été plus élevées qu'à l'ordinaire, nous avons beaucoup appris des problèmes que soulève un travail dans cette région et on est à mettre au point de meilleures techniques. Les données recueillies sont d'excellente qualité et représentent d'importants indices qui devraient nous permettre de mieux comprendre la dynamique de cette région du plateau, complexe et écologiquement productive. Les pertes d'amarrages dans la seconde moitié du programme devraient être réduites, le temps des navires utilisé plus efficacement, et les leçons apprises mises en application, afin d'étudier plus en profondeur les caractéristiques de la circulation autour du banc Hamilton.

LES RESSOURCES VIVANTES

Le Programme d'étude de l'ichthyoplancton du plateau Scotian: 1977-1982

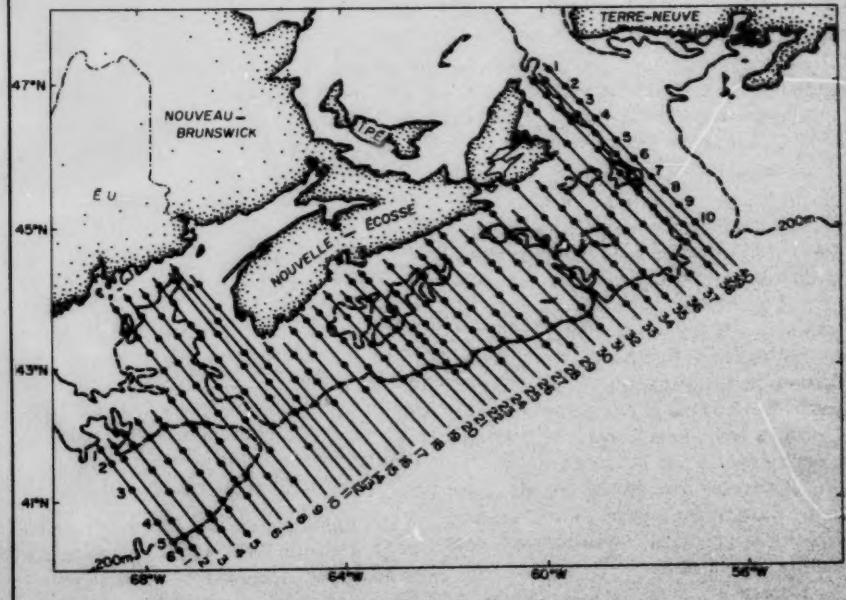
— R.N. O'Boyle

Sur l'unité centrale de traitement de l'information de l'IOB repose une banque de données de proportions imposantes. Cette banque contient des données sur la distribution des oeufs et des larves de plus de 200 espèces zooplanctoniques et ichtyoplanctoniques recueillies au cours de 38 relevés entre 1977 et 1982. Dans le même ordinateur sont stockées des données sur les conditions météorologiques (vitesse du vent, hauteur de la houle, etc.) de même que sur l'océanographie biologique (substances nutritives, chlorophylle, particules) et sur l'océanographie physique (température, salinité, lumière) prélevées en même temps que les données sur le plancton. Cette série de données, recueillies sous les auspices du Programme d'étude de l'ichtyoplancton du plateau Scotian (SSIP) représente le survol le plus complet des communautés planctoniques et de leur environnement au large de la côte de la Nouvelle-Écosse actuellement existant.

Le programme a débuté par une série de 10 ans de relevés ichtyoplanctoniques menés dans le golfe du Saint-Laurent par A.C. Kohler de la Division des poissons de mer (DPM) à St. Andrews (N.-B). Ces relevés terminés en 1975, on a cru qu'un relevé semblable du plateau Scotian serait utile. Cependant, alors que les relevés du Golfe avaient pour objet la collection de données sur la distribution, il a été décidé dès le début que ceux du plateau Scotian fourniraient également des estimations d'abondance larvaire et seraient utilisés dans la conception des modèles de recrutement des pêches. C'est pourquoi, en plus d'une conception d'échantillonnage différente, le relevé proposé devrait avoir un contrôle de la qualité et une standardisation très poussés.

La DPM organisa un atelier de travail international à l'IOB fin août 1977 dans le but de mettre au point ce qui pourrait être considéré comme la conception d'un relevé idéal. On invita des biologistes spécialistes du plancton du Canada, des États-Unis et d'Europe à décrire leurs expériences et à offrir leurs commentaires sur la meilleure manière d'atteindre les objectifs proposés. Leur conclusions ont été les suivantes :

(1) La distribution saisonnière et géo-



Grille des stations du Programme d'étude de l'ichtyoplancton du plateau Scotian.

graphique des espèces ichtyoplanctoniques du plateau Scotian devrait être définie sur une période de 3 ans;

(2) Une série chronologique d'estimations d'abondance, de mortalité et de croissance des diverses espèces ichtyoplanctoniques devrait être développée; et

(3) Des données sur la chlorophylle, la taille des particules et l'hydrographie devraient être recueillies en vue de modèles théoriques des pêches qui aideraient à la science et à la gestion de ces dernières.

Le groupe fit plusieurs recommandations qui furent suivies dans le premier relevé SSIP standardisé en août 1978. Avant cette date, on avait réalisé six expéditions au cours desquelles le design et la méthodologie des relevés du Golfe avaient été utilisés. Les résultats n'étaient donc pas réellement comparables à ceux des relevés standardisés SSIP. Au début, le quadrillage d'échantillonnage du SSIP comprenait 245 stations placées à intervalles d'environ 15 milles m. (voir carte ci-jointe) couvrant une superficie allant du banc Georges au chenal Laurentien. Le protocole des traits de filets était identique à celui de relevés de plancton effectués par Woods Hole, au Massachusetts, c'est-à-dire que la colonne d'eau entière était échantillonnée. Le principal appareil d'échantillonnage a été le cadre Bongo jumelé de 61 cm, muni de deux filets à plancton de nitex de 0,333 mm. En plus, deux traits de surface, un avec filet à neuston et l'autre avec engin «bongo», ainsi qu'un chalut semi-pélagique Isaacs-Kidd de 1,8 m, ont été effectués (voir figure ci-jointe). On a prélevé des échantillons et enregistré la température, la salinité, les substances nutritives, la chlorophylle et la taille et le nombre des particules.

Au début, on se proposait de couvrir le quadrillage au moins tous les deux mois. On a dû toutefois réduire l'échantillonnage après avoir constaté que le premier relevé standardisé avait duré presque 1,5 mois. On a d'abord choisi une sous-série de 150 stations parmi les 245 du début. Ensuite, le travail hydrographique a été limité à cinq sections perpendiculaires à la côte. Cependant, afin de capturer une gamme étendue d'organismes, on a conservé le groupe d'engins de capture. À la suite de ces modifications, les expéditions ont été d'une durée d'un mois, tout en permettant une couverture adéquate, et on a adopté le plan modifié par la suite.

Le SSIP a joui de la participation de plusieurs groupes, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'IOB. À l'été 1978, le Laboratoire d'écologie marine joignait

Bob O'Boyle

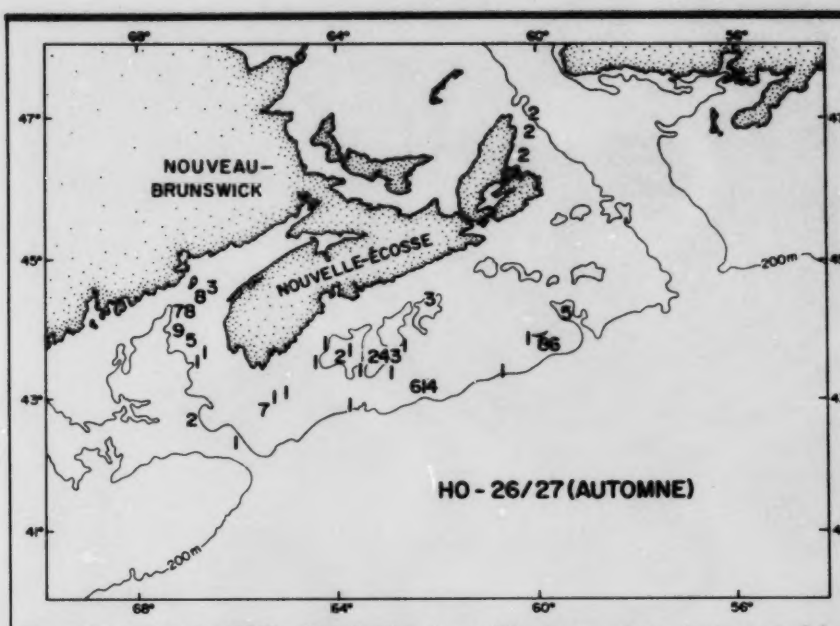
Le SSIP utilise une paire d'armatures «bongo» sur lesquelles sont fixés deux filets à plancton.

formellement le Programme à l'appui du programme hydrographique et des analyses du zooplancton. En 1979, les expéditions ont été consacrées à l'étude de la pollution par le pétrole pour seconder les études du Laboratoire océanographique de l'Atlantique sur le déversement de pétrole du *Kurdistan*. La même année, R.G.B. Brown du Service canadien de la faune a participé à plusieurs expéditions en vue d'étudier la distribution des oiseaux de mer sur le plateau continental. En dehors de l'IOB, J. Roff, L. Coates et J. Trembley de l'Université de Guelph ont commencé en 1978 une étude de trois ans sur la structure des communautés et des moeurs alimentaires des larves de poissons. À différentes reprises, le personnel de l'Université Dalhousie a recueilli des échantillons au cours d'expéditions du SSIP. Mais la participation extérieure de beaucoup la plus importante a été celle de l'Union Soviétique. Le pays s'est joint au programme en 1977 et, dès septembre 1982, avait effectué 15 relevés du style SSIP comme contribution au projet conjoint Canada/URSS de recherche sur le merlu argenté. Trois de ces relevés, effectués en 1980, représentaient des études en profondeur des processus portant spécifiquement sur cette espèce.

Le programme a été l'objet de revues en 1979, 1980, et 1981 au cours desquelles on analysa en détail la probabilité d'atteindre les objectifs proposés au début, en fonction à la fois des ressources nécessaires et des expériences des autres dans le monde entier. On a été d'avis que le premier objectif, la délimitation des distributions, pouvait être réalisé dans les cadres actuels du programme, mais que le second, l'établissement d'une série chronologique de données, nécessiterait un échantillonnage plus intensif qu'il faudrait limiter à une espèce, ou même à un stock, afin de réduire les coûts. En outre, les scientifiques commençaient à réaliser de plus en plus que le recrutement était déterminé par des processus agissant pendant la première année et non pas seulement pendant les 3-4 premiers mois. Les relevés subséquents devraient donc être conçus de manière à échantillonner l'ichtyoplancton, les poissons juvéniles et même les adultes. C'est alors que naquit l'idée d'un programme qui serait le successeur du SSIP.

Ce dernier s'est terminé officiellement en mars 1983, au moment où le Canada et l'URSS décidaient de mettre fin aux études de l'ichtyoplancton et de commencer un nouveau relevé dirigé spécialement sur le merlu argenté. Dans l'exécution du programme SSIP, les 35 relevés à grande échelle ont fourni environ 40 000 échantillons de plancton. On considère ces derniers comme ressource nationale et on travaille actuellement à leur conservation et classement. Le plateau Scotian, durant toute cette période, a été échantillonné au moins une fois, plus souvent deux fois, par mois. Dès mai 1983, presque toutes les données recueillies, à l'exception des échantillons de neuston, étaient traitées et introduites dans la banque de données du Système 2000 de l'unité principale de traitement de l'IOB.

À ce jour, ce sont les sociétés pétrolières et leurs experts-conseils sur l'environnement qui ont été les plus grands utilisateurs



Données types du SSIP: distribution des prises de goberge (nombre par trait), en automne, au cours de relevés par navires de recherche sur le plateau Scotian et dans le golfe du Maine.

de cette information dans la préparation de leurs études de répercussions environnementales de développements proposés sur le plateau Scotian. Récemment (mai 1983), les données sur la distribution des oeufs et des larve de goberge (voir figure) ont été présentées devant le sous-comité des poissons de fond du CSCPCA (mentionné au chapitre 4) à l'appui d'analyses sur la délimitation des stocks. Il est fort possible que la même chose se produise pour la plupart des autres stocks de poissons d'importance commerciale. En 1984, les données sur le merlu argenté seront analysées concurremment avec celles des jeunes et des adultes, en vue de définir les processus de recrutement durant leur première année. On se propose également de mener sur la série des données une analyse de la structure des communautés. C'est donc dire que d'utiles analyses des données recueillies au cours du SSIP se poursuivront encore un certain temps.

Qu'en est-il des travaux futurs? Les plans d'un nouveau programme de recherche dirigé sur un stock ont été initiés fin 1980-début 1981. Ils ont été complétés à l'été 1982 et incorporés dans un document interne de la DPM à l'été 1982. Le document a été transmis, pour revue et commentaires, à des participants éventuels. La réponse a été exceptionnelle, une multitude d'organisations gouvernementales et universitaires mettant des propositions de l'avant. Une nouvelle structure organisationnelle a été mise en place, y compris un comité de direction, et un nouveau plan de recherche a été préparé, englobant tous les projets suggérés.

Le nouveau programme, connu sous le nom de Programme d'écologie halieutique du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, englobe presque 30 projets différents qui ont pour objectifs une meilleure compréhension des processus de production de la portion méridionale du plateau Scotian et la façon dont la population résidente d'aiglefins est influencée par ces processus. Ces études couvrent une gamme allant de l'examen des courants au-dessus et autour du banc Browns à l'activité des flottilles de pêche et sur la façon dont les prix du poisson influent sur ces dernières. Un aspect majeur du programme portera sur les processus agissant sur la distribution et la mortalité des oeufs et des larves d'aiglefin. Cette partie du programme est en réalité la continuation du SSIP. Seuls le nom et les participants ont changé. Dans un an ou deux, vous aurez peut-être l'occasion de lire un compte rendu du Programme d'écologie halieutique et de constater comment il a été une extension des connaissances acquises à la suite du SSIP.

Le Programme des observateurs

— B. Wood

Dans ses évaluations des stocks de poissons, la Division des poissons de mer dépend beaucoup d'échantillons de poissons capturés commercialement. Cet échantillonnage se poursuit tant sur terre qu'en mer, et peut impliquer des bateaux canadiens aussi bien qu'étrangers. En mer, l'opération se déroule dans les cadres du Programme des observateurs. Il s'agit d'un groupe de personnes qui passent un certain temps en mer à bord des chalutiers canadiens et étrangers. Dans bien des pêcheries du large, ces observateurs, entraînés à la collection des données scientifiques de même qu'à la gestion de base des pêches, sont les seules sources d'information courante.

Le Programme des observateurs a été mis en place à la suite d'une étude, menée en 1977, au cours de laquelle des Canadiens ont été stationnés à bord de chalutiers soviétiques et cubains. L'étude avait pour but de déterminer si l'imposition d'une limite à la pêche étrangère vers le large de l'île de Sable avait atténué la pression de pêche sur les stocks d'aiglefins et de morues du plateau Scotian. C'est à partir de ce programme initial de gestion scientifique qu'a évolué le rôle fondamental des observateurs.

Depuis 1977, leur rôle principal a été, non seulement d'estimer et d'échantillonner les prises, mais aussi d'aider à l'ensemble de la gestion de plusieurs pêches. Nous décrivons dans les paragraphes qui suivent surtout l'aspect échantillonnage de ce programme.

Il y a actuellement environ 35 observateurs engagés à forfait et qui sont impliqués dans une gamme étendue de pêches. En plus de celle du merlu argenté sur le plateau Scotian, pour laquelle les observateurs avaient été initialement recrutés, ils surveillent maintenant celles de l'encornet du plateau Scotian, de la morue du golfe du Saint-Laurent, du thon et de l'encornet par les Japonais, des crevettes du nord et toutes celles pratiquées par les chalutiers de grande pêche à ports d'attache en Nouvelle-Écosse. On fait appel également aux observateurs pour l'exécution de projets spéciaux occasionnels, tels que l'étude de la grandeur des mailles dans la pêche de l'aiglefin dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, ou la surveillance des bateaux étrangers sur lesquels les pêcheurs locaux transbordent leur hareng. Avec toutes ces activités, le Programme des observateurs fonctionne à l'année longue.

Bien qu'un observateur rencontre une grande variété de bateaux, de méthodes de pêche et de prises dans le cours d'une année, la structure et les objectifs de l'échantillonnage sont les mêmes. Les observateurs doivent toujours s'assurer que les données recueillies sont repré-

sentatives de la pêche en question. Il est bien évident qu'un observateur ou observatrice, seul(e) sur un bateau de pêche, ne peut espérer analyser la prise entière. C'est pourquoi il lui faudra tâcher d'échantillonner une portion prise au hasard de toute la prise. À cette fin, tous les poissons capturés d'une espèce donnée doivent avoir une même chance d'être choisis pour l'expérience; on doit résister à la tendance de ne choisir que les grands poissons. L'échantillonnage aléatoire est vital dans l'évaluation des stocks; sans lui, les efforts des observateurs et de toute la Division des poissons de mer seraient inutiles.

L'échantillonnage des prises peut simplement comporter la mesure des longueurs et des poids, ou inclure des observations sur les caractéristiques de la nutrition, la structure des communautés et les stades de maturité, ou encore la présence ou l'absence de parasites. En outre, les observateurs mettent également de côté des échantillons en vue d'analyses subséquentes à terre. Ces derniers permettent à la Division des poissons de mer de recueillir d'importantes données de recherche sur la gestion des pêches.

Les plus importants de tous ces échantillons sont peut-être les otolithes, ou «osselets de l'oreille», dont on se sert pour déterminer l'âge des poissons. Les écailles ou les otolithes peuvent être utilisés dans ce but. Un otolithe est une structure osseuse située à la base du cerveau du poisson et qui possède des anneaux de croissance, un peu comme le tronc d'un arbre. Prélevés par les observateurs en mer, les otolithes sont examinés à terre par le personnel de la Division des poissons de mer. L'âge du poisson, une fois déterminé, est combiné à d'autres données, telle que sa longueur et son poids.

On utilise ensuite ces données pour déterminer la structure par âge d'un stock et se rendre compte s'il est en bon état ou en danger. Par exemple, une forte proportion de poissons jeunes et petits peut être le signe d'un bon recrutement ou réapprovisionnement. En combinant avec d'autres données celles des otolithes, les scientifiques de la Division des poissons de mer sont en mesure d'établir les taux de croissance et les statistiques de prises par âge (la subdivision en groupes d'âge), d'importants paramètres dans le processus d'évaluation des stocks.

Les observateurs recueillent également certains échantillons de poissons qu'ils rapportent aux laboratoires de l'IOB et qui serviront à des études de séparation des stocks. Par exemple, la structure de stock du merlu argenté sur le plateau Scotian n'étant pas très claire, on a analysé au laboratoire des poissons de différentes régions en vue de déceler des variations anatomiques qui pourraient indiquer l'existence de stocks distincts.

Un observateur au travail — Dave Spallin.

De plus, les observateurs prélèvent de façon routinière des estomacs de poissons pour examen à terre. Ceci fait partie d'une étude continue des caractéristiques de la nutrition des poissons. Ils notent et rapportent à terre tout exemplaire inusité ou rare qu'ils trouvent dans les prises. Quelques-uns de ces exemplaires trouveront place au Musée national ou au Laboratoire maritime Huntsman, à St. Andrews (N.-B.).

Il y eut, au cours des deux dernières années, des projets spéciaux occasionnels dans l'exécution desquels les observateurs ont joué un rôle important. En 1981, un observateur a pris place à bord d'un bateau battant pavillon canadien et participant à une expérience de pêche d'encornet à la turlutte. Il a soumis un rapport détaillé des succès et des problèmes rencontrés. En 1982, on a placé des observateurs à bord de petits chalutiers pêchant à l'aide de filets expérimentaux en vue d'évaluer les augmentations ou les diminutions de prises.

Dans des recherches menées conjointement avec d'autres pays, le Programme des observateurs a contribué à l'étude de la grandeur des mailles et de la configuration des filets. En 1978, on a fait une étude de sélectivité des mailles dans la pêche de l'encornet, à bord du bateau japonais *Shirane Maru*. Une nappe de filet à petites mailles a été placée autour d'un filet à grandes mailles afin de déterminer la taille des encornets retenus par les deux filets. En 1981, on a évalué sur le plateau Scotian les effets possibles d'une augmentation de la grandeur de maille minimale sur la pêche du merlu argenté. Deux bateaux soviétiques ont pêché côte à côte, l'un avec un filet de grandeur de mailles normale, 60mm, et l'autre avec un filet expérimental de mailles de 90 mm. Les observateurs, tant canadiens que soviétiques, ont échantillonné de façon intensive les prises afin de déterminer les différences entre poissons capturés sur chacun des deux bateaux.

Le Programme des observateurs, par le biais d'un échantillonnage intensif des prises, apporte des réponses à bien des problèmes de gestion des pêches. Son rôle dans les pêches traditionnelles se poursuivra et prendra au besoin de l'expansion.

(Note du rédacteur : On trouvera au chapitre 2 plus de détails sur le rôle de la Division des poissons de mer dans l'évaluation des stocks de poissons.)

Études de la distribution des oiseaux de mer

— R.G.B. Brown et D.N. Nettleship

En février 1970, le pétrolier *Arrow*, portant une cargaison de 10 000 t d'huile lourde Bunker C échoua et coula dans la baie Chédabouctou, en Nouvelle-Écosse. C'était là le premier mais non le dernier déversement de pétrole majeur dans les eaux canadiennes. Sur les rivages de la baie commencèrent à apparaître des alcidés, canards et autres oiseaux de mer morts et mourants, avant même que n'arrive le pétrole lui-même. Deux semaines plus tard, après qu'une tempête eut entraîné au large une nappe étendue de pétrole, des oiseaux couverts d'huile commencèrent également à apparaître sur les rives de l'île de Sable, à quelque 200 km au sud-est. Ces mortalités au large étaient en fait plus importantes que l'hécatombe de la baie elle-même, qui reçut beaucoup de publicité. Parmi les mortalités du large, on compte de grands nombres d'exemplaires d'espèces telles que le pétrel fulmar, *Fulmarus glacialis*, et le mergule nain, *Alle alle*, qu'on avait crus assez rares dans les eaux de la Nouvelle-Écosse.

Le désastre de l'*Arrow* nous a fait réaliser, entre autre, notre manque de connaissance sur la distribution et l'écologie des oiseaux de mer de l'est du Canada, et l'urgence d'en connaître davantage. À bien des reprises depuis 1970, on a eu l'occasion de s'en rendre compte à nouveau. Comme exemples, on peut mentionner les implications, pour l'environnement, des développements récents de l'industrie pétrolière au large de la côte est canadienne et le projet d'expédier le gaz naturel liquéfié vers le sud via le passage du Nord-Ouest. Il en est de même des répercussions de pêches nouvelles, qui récoltent d'importantes proies des oiseaux de mer, telles que le capelan, *Mallotus villosus*, et de techniques nouvelles, telles que les filets maillants en monofilament qui ont noyé de grands nombres d'alcidés au large du Groenland et de Terre-Neuve.

Le Service canadien de la faune (SCF), maintenant partie d'Environnement Canada, était l'organisme responsable, selon les termes de la Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs (1918), des programmes de recherche sur les oiseaux de mer. On avait en fait entrepris des recherches dès les années cinquante, avec le travail de feu Leslie Tuck, sur la biologie reproductrice des marmettes à Terre-Neuve, dans le détroit d'Hudson et le détroit de Lancaster, travail qui s'est poursuivi dans les années soixante par d'autres chercheurs et sur d'autres oiseaux de mer. Cette recherche a pris beaucoup d'ampleur à la suite du déversement de pétrole de l'*Arrow*. Le SCF a été représenté à l'IOB pour la première fois en 1971, et on y formait en 1976 son Unité de recherche sur les oiseaux de mer.

La recherche a porté sur deux thèmes distincts mais interreliés. Le travail de David Nettleship et de ses collègues sur la biologie reproductrice des oiseaux de mer est l'activité principale en termes de personnel et de budget. On a mis l'accent sur les marmettes et autres alcidés, espèces hautement spécialisées et très vulnérables au pétrole et à l'emmaillement dans les filets parce que ce sont des plongeurs. En outre, à cause d'un faible renouvellement reproducteur, les populations ont de la difficulté à se rétablir par la suite. À leur plus simple niveau, les relevés ont servi à établir des lignes de référence de l'effectif des populations actuelles d'alcidés et autres oiseaux de mer dans les principales colonies de l'est du Canada, et ont produit des grillages de recensement standard pour détecter et suivre les futures variations d'effectifs. Mais à un niveau plus avancé, on a également établi des lignes de référence de performance reproductrice, en analysant le temps et le succès de la ponte, de l'emplumage et de plusieurs autres paramètres de population qui leurs sont associés. Grâce à ces données, on pourra étudier les effets à long terme, sur les oiseaux, des résidus de pesticides et des contacts sublétaux avec le pétrole, ou encore les changements climatiques. Les colonies étudiées s'étendaient du Haut-Arctique et du détroit d'Hudson au sud du Labrador et à l'est de Terre-Neuve; on met actuellement l'accent sur le Labrador et Terre-Neuve, bien que des travaux supplémentaires soient au programme pour l'Arctique. Une fois tout le projet complété, on aura une série de «profils» de la biologie d'oiseaux de mer dans une grande variété d'habitats marins, entre les latitudes de 46-78°N environ, sur quelque 3 500 km de côte — une étendue dépassant de beaucoup ce qui s'est fait ailleurs.

Il a nécessairement fallu, au début, localiser les colonies elles-mêmes. Un grand nombre avaient été découvertes dans l'Arctique lors des premiers relevés du SCF en 1972-73, alors que d'autres étaient connues en grande partie par les comptes rendus d'explorateurs du XIX^e^ siècle. La côte du Labrador représentait le dernier vide important; des équipes de l'Unité de recherche sur les oiseaux de mer, sous la direction de Tony Lock, ont fait des relevés détaillés de cette région.

Le Gros rocher aux Oiseaux est le plus important des deux îlôts qui constituent les rochers aux Oiseaux des îles de la Madeleine, dans le golfe du Saint-Laurent. Avant l'interférence de l'homme, les rochers aux Oiseaux abritaient la plus importante colonie de fous de bassan. Aujourd'hui, des nombres moins importants de ces derniers, ainsi que des mouettes tridactyles, des marmettes communes et de Brünnick, des macareux arctiques et autres oiseaux de mer s'y reproduisent.

Le second thème principal du travail de l'Unité a été de localiser les oiseaux de mer au large. C'est là une autre importante lacune, car, même au moment de la reproduction, les oiseaux de mer consacrent beaucoup de temps à la recherche de leur nourriture loin de leurs colonies, et les subadultes de plusieurs espèces passent plusieurs années en mer avant de retourner à terre pour se reproduire. C'est là que ces oiseaux viennent en contact avec le pétrole

et les filets maillants, et qu'ils capturent une nourriture contaminées par les résidus de pesticides. La difficulté a été de les étudier là où ils se trouvent. Jusqu'à récemment, presque toutes les observations en pleine mer étaient limitées à quelques voies maritimes bien définies. Mais l'impulsion donnée à la recherche océanographie depuis la fin de la Deuxième Guerre mondiale a changé tout cela. Les ornithologistes, de concert avec Dick Brown, ont pu profiter des croisières de la flottille de navires océanographiques basés à l'IOB pour évaluer quantitativement et de manière standard la distribution des oiseaux de mer pélagiques et interpréter les observations à la lumière des données océanographiques. À ces travaux s'est ajoutée une dimension supplémentaire par des relevés aériens quantitatifs, dont le SCF a été le pionnier, mais qui sont maintenant effectués en grande partie par des experts-conseils au service de l'industrie pétrolière. Ces relevés ont servi de repliques aux recensements pélagiques dans des régions et à des saisons inaccessibles aux navires océanographiques. Comme résultat de tout ce travail, la distribution en mer de la plupart des oiseaux de mer nous est assez bien connue dans les eaux du large de la côte est canadienne, au nord de 40°N et à l'ouest de 40°W, et pour la plus grande partie de l'année au sud de 55°N, mais seulement en été et en automne dans l'Arctique. Le travail en mer met actuellement l'accent sur des recheches ornithologiques et océanographiques intégrées portant sur les régions où les oiseaux de mer sont localement abondants, telles que la lisière de glace dans l'Arctique, les remontées d'eaux profondes déclenchées par les marées dans la baie de Fundy et le Front polaire au nord-est des Grands bancs. On tâche aussi d'intégrer nos relevés de la distribution aux programmes quantitatifs réalisés en Nouvelle-Angleterre, dans le Royaume-Uni et en Norvège. Les oiseaux qu'on rencontre au large de la côte est canadienne ne se reproduisent pas toujours ici. Il en vient d'endroits aussi éloignés que le Groenland, la Russie et l'Antarctique, de sorte que des déversements accidentels dans nos eaux auront des répercussions à de grandes distances. C'est pourquoi, du point de vue ornithologique, nous préférons traiter l'Atlantique nord entier comme unité. [Les données sur la distribution des oiseaux de mer recueillies au cours de ces relevés sont décrites plus en détail dans la section ATLAS du chapitre 2.]

Distribution des larves de homard en relation avec le mouvement de l'eau

— G.C. Harding, K.F. Drinkwater et V.P. Vass

Gareth Harding

Les dossiers du Laboratoire d'écologie marine contiennent des données recueillies sur le terrain pendant une période de 10 ans sur les larves de poissons dans le sud du golfe du Saint-laurent. La baie Saint-Georges (N.-É.) a été choisie comme site d'étude, parce que ses propriétés physiques et biologiques sont représentatives d'une région plus étendue dans le sud du Golfe, tout en fournissant, par suite de la présence d'un tourbillon, la possibilité d'échantillonner les mêmes populations pendant tout le cycle reproducteur. Autre facteur important du choix, l'échantillonnage pouvait se faire à bord d'une petite embarcation, à partir d'une base côtière, à une fraction du coût de navires océanographiques. En 1976, ce groupe de travail a été élargi pour inclure des spécialistes chargés d'étudier le phytoplancton, le zooplanton et la dynamique des sédiments et la manière dont cette production influe sur le recrutement et la survie des larves de poissons.

A l'automne 1977, le Groupe de travail sur l'environnement marin de Canso s'est réuni pour la première fois dans le but d'étudier l'effet que la jetée de Canso, complétée en 1954, a pu avoir sur les pêches de la région. À cette réunion, on s'est arrêté surtout à la pêche lucrative du homard. En effet, les rendements sur la côte atlantique étaient tombés à 6 % de ce qu'ils étaient avant 1954 et, de l'avis de certains pêcheurs de la baie Chédabouctou, la séparation des baies causée par la jetée était responsable de l'affaissement de leur pêche. On a généralement reconnu qu'un obstacle aux mouvements du homard résultant de la jetée aurait probablement des effets négligeables sur les populations du Golfe ou de l'Atlantique.

On a cru toutefois qu'il valait la peine d'examiner la possibilité que l'écoulement par le détroit ait pu transporter des larves planctoniques, depuis la baie Saint-Georges, en nombres suffisants pour influencer le recrutement du homard dans la baie Chédabouctou avant la construction de la jetée. On possédait à cette époque très peu d'information sur l'abondance des larves de homard dans la baie Saint-Georges et aucune sur la côte atlantique. À la deuxième réunion, tenue en février 1978 à St. Andrews (N.-B.), Mike Dadswell avança l'hypothèse que la fermeture du détroit de Canso avait éliminé une importante source de larves pour la baie Chédabouctou, ce qui a causé l'affaissement de la pêche, depuis l'île du Cap-Breton jusqu'au comté de Lunenburg. Par contre, Doug Robinson s'est dit d'opinion que la plupart des femelles sont exposées à plusieurs saisons de pêche avant de libérer des larves et que, d'après lui, le déclin sur la côte atlantique est simplement le résultat d'une pêche trop intensive avant que les femelles n'aient eu le temps de libérer leurs oeufs.

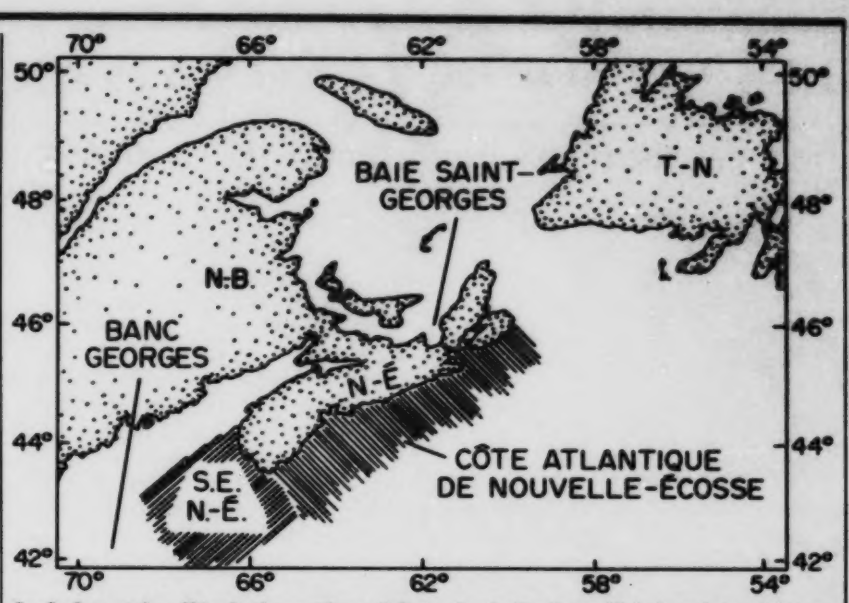
La discussion du groupe de travail étant plutôt inconclusive, le Laboratoire d'écologie marine décida d'entreprendre un nouveau relevé de la baie Saint-Georges en 1978, à l'aide d'engins pouvant échantillonner adéquatement la population de larves de homard. On développa une situation hypothétique selon laquelle la jetée était enlevée et on supposa que les larves de homard pouvaient passer librement, avec la dérive résiduelle, de la baie Saint-Georges à la baie Chédabouctou, via le détroit de Canso. Nous avons utilisé nos estimations de survie dans la baie Saint-Georges pour calculer l'abondance des larves dans la baie Chédabouctou et élaborer un modèle de croissance-survie afin d'estimer la valeur, pour la pêche au casier des années subséquentes, des larves expatriées dans cette dernière baie. Notre estimation représente 60 % des débarquements moyens de la région de cette baie pendant les 11 meilleures années de cette pêche, soit de 1950 à 1960. La valeur exacte dépend de plusieurs hypothèses, dont la plus fragile est la survie des homards dans la baie Chédabouctou. Il n'en reste pas moins que, dans le passé, le recrutement dans cette baie par le détroit de Canso a dû être significatif.

Nous avons ensuite examiné d'autres facteurs mentionnés pour expliquer les changements qui se sont produits dans les stocks de homards. En premier lieu, il y

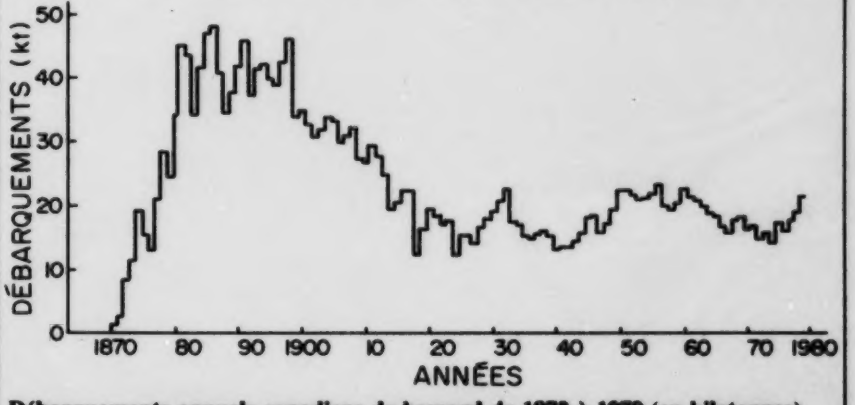
avait celui d'une pêche au casier qui, dans certaines régions, avait atteint une intensité critique, abaissant ainsi le taux de recrutement à un niveau inférieur à celui nécessaire au remplacement et causant un déclin des populations locales. Nous n'avons cependant pas d'indications que l'effort de pêche le long de la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse ait été supérieur à celui de toute autre région.

On a également associé le climat au succès du recrutement du homard. On a trouvé une étroite corrélation entre les débarquements en bordure du golfe du Maine et les températures de surface de la mer, tant à Boothbay Harbour (Maine) qu'à St. Andrews (N.-B.), mais non ailleurs. Il n'existe malheureusement pas de données semblables sur la température le long de la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse. Nous avons examiné l'hypothèse de A.G. Huntsman de 1923, à l'effet qu'une eau de surface chaude en été (16-20 °C) est essentielle au succès de la mue et à la colonisation du fond par les larves avant que le développement soit arrêté par des températures plus froides. Cette idée s'est avérée largement applicable. Elle aide à expliquer le nombre exceptionnellement faible de larves de premier stade trouvées au large du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, comparativement à l'abondance, tant des larves de quatrième stade que des débarquements commerciaux de homard. On suppose que le recrutement larvaire au large du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse vient du large, et nous avons indiqué provisoirement le rebord septentrional du banc Georges comme étant la source. Nous avons également suggéré que la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse représentait une zone «limitrophe» pour le homard, puisque les températures de surface en été sont généralement trop froides et les espèces proies trop grosses pour permettre un bon recrutement des stades larvaires, au large de la côte. Cependant, il pourrait exister des refuges larvaires dans des baies abritées où pourrait s'établir une forte thermocline et où les taux de vidange sont faibles. Il ne semble pas économiquement faisable, à ce stade, de réouvrir le détroit de Canso; cependant, il est possible que la création de zones protégées permettant au homard de se reproduire dans des baies abritées et chaudes de la côte atlantique suffise à rétablir les stocks de homards.

De concert avec la Direction de la recherche halieutique du MPO, on est à examiner l'hypothèse de Huntsman en rapport avec la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse et au large de la côte sud-ouest de cette province. En 1982, des relevés larvaires ont été effectués et des données hydrographiques recueillies dans la baie St. Margaret et le long d'une section à 11 milles m. au large en vue d'évaluer le recrutement local et la survie des larves de homard. Cet été, on se propose de faire un relevé plus intensif de la même région en plus de pêches d'exploration de larves en même temps que du travail hydrographique le long du chenal Nord-est et du banc Georges, en vue de localiser les sources de recrutement côtier le long du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, des comtés de Shelburne à Digby. Un programme encore plus intensif est prévu pour 1985 dans cette région.



Le Laboratoire d'écologie marine a fait un nouveau relevé de la population de homards larvaires de la baie Saint-Georges en 1978.



Débarquements annuels canadiens de homard de 1870 à 1979 (en kilotonnes).

LES RESSOURCES NON VIVANTES

Données sismiques multicanaux de l'industrie pétrolière

— A.C. Grant

Alan Grant

Les levés géophysiques et les forages effectués en vue de découvrir du pétrole au large de la côte est canadienne, du plateau Scotian au détroit de Davis, représentent probablement la série la plus complète de ce genre sur une marge continentale d'aucune autre région du monde. Bien qu'il n'y ait pas eu de forages plus au nord que le détroit de Davis, des levés géophysiques ont été effectués dans la baie Baffin et vers l'ouest dans le détroit de Lancaster. Ces données représentent une ressource inestimable pour la communauté des sciences de la terre. À l'IOB, elles sont étudiées intensivement par les géologues du pétrole du Centre géoscientifique de l'Atlantique.

Le principal outil géophysique utilisé pour l'exploration pétrolière est le profilage à sismique réflexion multicanaux. Le principe de base de cette méthode est analogue à celui de l'écho-sondeur dans la détermination de la profondeur de l'eau. La principale différence en est qu'une source d'énergie plus puissante est requise pour que les ondes d'un profileur sismique pénètrent le roc. Dans les systèmes de profilage sismique unicanal, un canal récepteur enregistre les échos (ou réflexions) du plancher de la mer et des couches de sédiments sous-jacentes. Cette méthode a été utilisée durant de nombreuses années par le Centre géoscientifique de l'Atlantique dans la cartographie de la géologie du large, ordinairement à des profondeurs ne dépassant pas une centaine de mètres. Les sociétés pétrolières utilisent des systèmes de réception multicanaux plus puissants, capables d'enregistrer des échos de profondeurs aussi grandes que 10 km au-dessous du plancher de la mer. Le câble hydrophone traîné derrière le navire de levé et qui détecte ces réflexions peut être aussi long que 3 km et porter plusieurs centaines de canaux de réception. Le taux de décharge de la source d'énergie est déterminé par l'intervalle entre les canaux de réception dans le câble hydrophone et la vitesse relative du navire par rapport au fond de la mer. Grâce à cette méthode de levé, on obtient une série de voies de réflexion de réflecteurs situés sous la surface (c.-à-d. couches de sédiments) pouvant être analysées afin de déterminer la vitesse du son et, du même coup, la profondeur du réflecteur. Les signaux réfléchis peuvent être traités de façon à éliminer les parasites et à rehausser des réflexions réelles, un processus impliquant un volume de données considérable et des ordinateurs de forte capacité. Le traitement par ordinateur des données sismiques de profilage multicanaux est généralement plus dispendieux que la collection des données en mer. Au Canada, ce n'est qu'à Calgary qu'il existe des centres pouvant traiter ce genre de données.

Les sociétés pétrolières effectuent des levés sismiques multicanaux dans les régions maritimes de l'est du Canada depuis le début des années soixante. Les levés originels ont servi à établir un grillage général de lignes sismiques révélant la forme et la structure des bassins sédimentaires du large. Les levés subséquents ont mis l'accent sur les zones offrant un intérêt particulier; on a éventuellement défini des sites favorables au forage de puits exploratoires. Souvent, il faut plusieurs années pour localiser avec exactitude une cible de forage, car, aux latitudes canadiennes, l'exploration ne peut se poursuivre qu'une partie de l'année et le traitement des données sismiques nécessite beaucoup de temps. Les premiers puits exploratoires au large de la côte est canadienne ont été forés sur les Grands bancs en 1966, sur l'île de Sable en 1967 et sur le plateau du Labrador en 1971.

Selon des officiels de l'Administration des terres pétrolifères et gazéifères du Canada (COGLA), les relevés sismiques du large, dans la région allant du plateau Scotian à la baie Baffin, auront couvert à la fin de 1983 un total de 1 076 000 km. Ceci représente une dépense de 385 850 000 $. Pendant la période de mars 1982 à mars 1983, la couverture a été de 92 000 km, au coût de 104 070 000 $. En outre, les levés sismiques détaillés du fond de la mer aux sites de forage proposés ont été de 19 000 km et ont coûté 23 316 000 $. De mars 1982 à mars 1983, les 4 920 km de levés aux sites de forage ont coûté 6 460 000 $.

Les compagnies pétrolières préparent des rapports de ces levés et transmettent au COGLA copies de leurs données sismiques à l'appui des montants dépensés en vertu de leurs permis d'exploration. Ces données sont donc la propriété du gouvernement du Canada. Cependant, afin d'accorder à ces compagnies une période au cours de laquelle ils auront un avantage compétitif et leur permettre de donner suite au travail géophysique qu'elles ont accomplies, les données sismiques demeurent confidentielles pendant une période de 5 ans. On peut alors obtenir copies de ces données, moyennant les coûts du papier à copies.

Cette période de 5 ans n'est en vigueur que depuis 1982; auparavant, la réglementation était telle que les données géophysiques conservaient indéfiniment leur caractère confidentiel. Un petit groupe de scientifiques gouvernementaux ont utilisé ces données pour évaluer les ressources en hydrocarbures, mais les résultats de ces études demeuraient eux-mêmes confidentiels.

Par contraste, les données géologiques résultant de forages sont libérées après 2 ans et, dès le début des années soixante-dix, on s'est rendu compte qu'elles avaient une valeur optimale seulement concurremment avec un contrôle sismique multicanaux. C'est pourquoi le Centre géoscientifique de l'Atlantique acheta une série de lignes sismiques à Seiscan-Delta Ltd. donnant une bonne couverture du plateau Scotian, des Grands bancs et du plateau du Labrador. Ces données ont été d'une grande valeur dans les études régionales des bassins sédimentaires du large et constituent à n'en pas douter un des meilleurs investissements du Centre. Elles ont engendré de nombreuses publications : par exemple, elles ont servi de base à la carte 1400A, «Basement Structure of Eastern Canada and Adjacent Areas» (échelle 1:2 000 000), publiée par la Commission géologique du Canada en 1977, et qui a été un stimulant à la production de cartes semblables sur la géologie (1401A) et la physiographie (1399A).

Il est peu de scientifiques au gouvernement qui ont eu l'occasion de manipuler des données sismiques multicanaux, les organismes de recherche gouvernementaux n'ayant pas les moyens financiers de se procurer l'équipement ou le personnel nécessaires à la collection et au

traitement de telles données. Par ailleurs, il existe actuellement en dossiers ouverts environ 700 000 km d'enregistrements sismiques industriels, et il se manifeste un intérêt croissant à l'endroit de ces données, non seulement au Centre géoscientifique de l'Atlantique, mais aussi dans d'autres institutions de recherche gouvernementales, dans les universités et dans la communauté industrielle, tant au Canada qu'à l'étranger. On s'intéresse surtout à l'aspect économique des régions Venture et Hibernia, et à la découverte d'autres dépôts de pétrole et de gaz. Au Centre géoscientifique de l'Atlantique, on s'intéresse à ces données surtout en fonction des processus géologiques de formation des bassins sédimentaires sur la marge continentale et à la synthèse de données permettant de comparer le développement des bassins sédimentaires du large dans différentes parties du monde. Ces études se concentrent sur l'un des éléments fondamentaux de la géologie globale — la zone de transition continent-océan. C'est seulement quand on aura clarifié la manière dont cette zone «fonctionne» qu'on commencera à comprendre comment, quand, où et pourquoi on rencontre des hydrocarbures sur la marge continentale.

Évaluations des hydrocarbures des bassins sédimentaires

— J.A. Wade

Roger Bélanger

John Wade

Le gros volume de données de l'industrie pétrolière conservées et traitées à l'IOB sert à une grande variété de projets de recherche scientifique exécutés en grande partie par les officiers de la Commission géologique du Canada. À l'aide des données des levés sismiques et des forages de puits fournies par l'industrie pétrolière, le personnel du Centre géoscientifique de l'Atlantique étudie non seulement les paramètres géologiques et géochimiques des découvertes d'hydrocarbures, mais aussi le développement géologique des bassins sédimentaires eux-mêmes. Comme exemple d'une étude spécifique, on note le programme d'évaluation des ressources pétrolières et gazières exécuté par le Secrétariat de l'évaluation des ressources pétrolières à Calgary, qui fournit au secteur Énergie du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources des estimations des ressources pétrolières et gazières des bassins sédimentaires de l'est du Canada. Ces études permettent d'estimer les approvisionnements énergétiques à long terme.

Les évaluations des ressources servent à interpréter et à délimiter les jeux de pétrole et de gaz — famille de prélèvements d'essai ayant des caractéristiques géologiques identiques. Parmi des études spécifiques, notons : l'interprétation et la cartographie de facies sédimentaires; la détermination des relations entre âge et stratigraphie; l'étude de la nature, de la quantité et du niveau de maturation thermique de la matière organique; la quantification et la délimitation de la porosité des roches de réservoir; l'identification des facteurs réglant le développement ou la destruction de collecteurs; l'élucidation de l'historique de la migration des fluides dans les formations rocheuses; et la détermination du degré d'incertitude géologique entourant chacun de ces facteurs critiques.

Une fois les types de jeux définis, les données géologiques de chacun sont combinées dans des modèles statistiques d'occurrence d'hydrocarbures qui sont convertis par ordinateur en distributions de potentiel. Les données sur tous les jeux d'un bassin sont ensuite groupées pour indiquer le potentiel de ce bassin.

Une évaluation complète des bassins sédimentaires des plateaux du Labrador et du sud de l'île Baffin en 1980 ont indiqué un potentiel moyen anticipé de 135×10^6 m^3 de pétrole et 810×10^9 m^3 de gaz. Une étude menée en 1981 dans la zone de l'est du plateau de Terre-Neuve, incluant la nappe pétrolifère et gazéifère géante Hibernia, donne un potentiel anticipé moyen de $1\,340 \times 10^6$ m^3 de pétrole et 290×10^9 m^3 de gaz. On a examiné en 1982 le potentiel de pétrole et de gaz de l'est du banc Georges. Le potentiel moyen anticipé a été de 168×10^6 m^3 de pétrole et 150×10^9 m^3 de gaz. On est présentement à réévaluer de façon détaillée le potentiel du plateau Scotian.

Géologie quaternaire au large des côtes est et arctique du Canada

— D.J.W. Piper

Roger Bélanger

David Piper

Les sédiments quaternaires se sont accumulés au large au cours des deux derniers millions d'années — à une époque où la masse terrestre canadienne et ses plateaux continentaux adjacents ont été à plusieurs reprises recouverts de glace. La majeure partie des régions du large est recouverte de sédiments du Quaternaire, dont l'épaisseur varie d'une couche très mince sur certaines parties du plateau continental à plus de 2 km d'épaisseur dans des zones profondes.

Les cartes de distribution des sédiments quaternaires sont essentielles à tout projet d'ingénierie sur le plateau continental et plus au large, tels les forages de puits de pétrole, la pose de pipe-lines pour le pétrole et de câbles de transmission électrique, et la planification de l'emplacement des installations de production pétrolière et gazière. Ces cartes constituent la base d'évaluation des ressources du large en minéraux et agrégats des gisements. Les sédiments quaternaires renferment un compte rendu historique des processus, tels que l'affouillement dû aux icebergs et les tremblements sismiques d'où l'on peut estimer la fréquence (et, partant, le risque) de ces processus. En outre, les sédiments quaternaires nous renseignent sur les changements climatiques et écologiques passés, information pourvant aider à prédire de tels changements futurs.

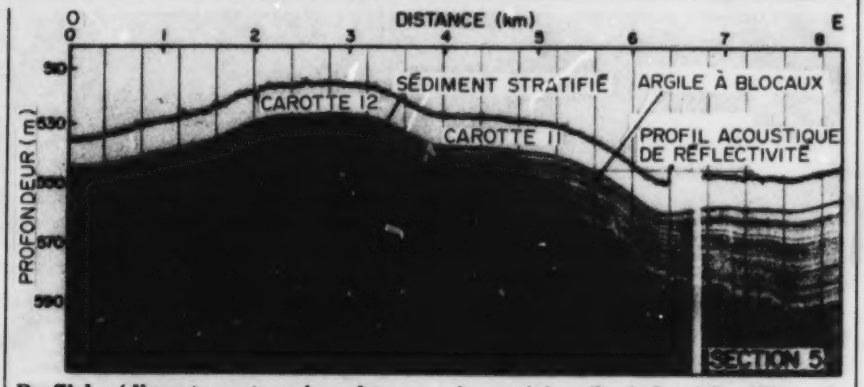
La cartographie régionale des sédiments quaternaires a été réalisée en grande partie par des méthodes acoustiques, principalement par profilage à sismique réflexion à haute résolution. L.H. King et ses collègues ont été les pionniers de cette méthode de cartographie. Ils utilisèrent au début, dans les années soixante, des échogrammes de Kelvin Hughes MS26B et des profils de fusil à air comprimé sur le plateau Scotian. Au milieu des années

soixante-dix, Huntec ('70) Ltd. mit au point, en collaboration avec l'IOB, un système de sismique réflexion à haute résolution traîné en profondeur; ce système donne un profil des quelque 100 m supérieurs du sédiment, avec résolution de moins de quelques dixièmes de centimètres. On a recueilli de ces profils à espacement de lignes d'environ 40 km sur de grandes étendues du sud de la baie Baffin, de la mer du Labrador, des Grands bancs et du plateau Scotian. Il reste cependant des vides importants dans la couverture régionale. Les mesures de réflectivité acoustique à l'aide du système Huntec nous renseignent en outre sur les propriétés des sédiments. Là où les sédiments du Quaternaire sont épais, le fusil à air comprimé à haute résolution, uni et multicanaux, ainsi que des profils de sismique réflexion par étinceleur fournissent des données sur les couches plus profondes.

L'échantillonnage du fond permet de vérifier les données acoustiques. Les carottiers à piston échantillonnent les 10 m supérieurs des sédiments vaseux; dans les sables et graviers, il faut un carottier à vibration pour obtenir la même pénétration. Les dures moraines de fond sont échantillonnées à l'aide de bennes géantes. Seuls les navires de forage peuvent atteindre les parties de la succession quaternaire enfouies plus profondément: de telles données n'existent que lorsque l'industrie a fait des évaluations techniques à des fins de production. Dans la mer de Beaufort, par exemple, un programme conjoint industrie-gouvernement a été mis en place en vue de synthétiser les données des puits forés avec celles des méthodes acoustiques et d'obtenir ainsi une évaluation régionale des propriétés techniques des sédiments du Quaternaire.

Le sonar à balayage latéral est utilisé pour recueillir des données sur le plateau continental, telles que la distribution des affleurements de la couche rocheuse et des types de sédiments, la présence de formes sur le fond de la mer, telles qu'ondes de sable, et la taille et la distribution des affouillements causés par la glace.

Il est essentiel de comprendre les processus qui ont présidé à l'accumulation des sédiments quarternaires, pour pouvoir faire des prédictions à la suite de l'étude de ces sédiments. Avant tout, il faut connaître l'âge des différentes parties de la séquence des sédiments. On y arrive à l'aide d'espèces diagnostiques de microfossiles, de la datation au carbone radioactif et de la sucession caractéristique, à travers le Quaternaire, des isotopes de l'oxygène dans l'eau de mer, succession préservée dans les microfossiles calcaires. Une bonne



Profil de sédiments quaternaires obtenu à l'aide du systeme Huntec remorqué en profondeur, montrant le profil de réflectivité acoustique (PAP), les sites où ont été prélevés les échantillons de carrottiers à piston afin de renseigner sur la nature réelle du fond et l'interprétation géologique.

partie de ce travail est menée en collaboration avec les universités.

Comme exemple, intégrée aux données acoustiques, l'information sur l'âge indique que les glaciers recouvraient la majeure portion du plateau Scotian il y a quelque 10 000 ans, et qu'au large de la côte est canadienne, le niveau de la mer était d'environ 100 m plus bas il y a 18 000 ans. Les conséquences pratiques de cette dernière constatation sont énormes. Une élévation du niveau de la mer de cette ampleur nous renseigne sur la manière dont les arêtes sableuses ont pris naissance dans la région d'Hibernia, au large de Terre-Neuve, à une profondeur de 80 m. Si l'on rapproche ce fait des résultats de levés répétés au sonar à balayage latéral dans la région, qui indiquent que les arêtes sont probablement immobiles, on peut affirmer avec une certaine confiance qu'il n'existe dans cette région aucune force ou courant contemporain susceptible de nuire aux installations pétrolières du fond de la mer. La connaissance des changements du niveau de la mer dans les 20 000 dernières années nous aide aussi à interpréter les affouillements des périodes glaciaires et à estimer la fréquence et la profondeur de ces derniers sur des routes éventuelles de pipelines, disons, dans la mer de Beaufort ou dans le région d'Hibernia. Les changements de niveau de la mer de Beaufort ont influencé la distribution à la fois du pergélisol marin (un risque possible pour le développement) et des sables près de la surface (importants comme sources d'agrégats).

Les levés des sédiments quaternaires dans les années soixante et soixante-dix faisaient partie d'un programme de cartographie de base de la Commission géologique du Canada. Ce n'est que maintenant qu'on réalise pleinement leur utilité pratique, à mesure qu'augmente l'activité industrielle au large. Les levés de base se poursuivent dans les régions où la couverture régionale est inadéquate: par exemple, on a fait des travaux en 1982 dans la mer de Beaufort, les plateaux de Baffin et du Labrador, le sud-ouest des Grands bancs et les bancs de l'île de Sable, alors qu'en 1983, on se propose de couvrir de détroit de Jones et le nord-est du plateau de Terre-Neuve. Une partie de ce travail est effectuée en coopération avec le Service hydrographique du Canada; cependant, dans bien des régions, il y a étroite coopération avec l'industrie. Par exemple, l'Association des exploitants de pétrole de l'Arctique et la Commission géologique du Canada réalisent de concert un programme de synthèse régionale dans la mer de Beaufort, dans le but d'évaluer la stabilité du fond de la mer et les dangers que celui-ci peut représenter, la composante gouvernementale étant financée en grande partie par le Bureau de recherche et développement de l'énergie. Il y a étroite collaboration avec des sociétés telles que Petro-Canada sur le plateau du Labrador et Mobil Oil aux sites Hibernia et Venture. La banque de données sur les affouillements régionaux causés par les glaces, mise en place à l'IOB, a été transférée à l'industrie. Huntec est à mettre au point un système de deuxième génération, Seabed II — voir chapitre 3, en vue de techniques plus avancées de télédétection dans l'étude de la géologie du fond de la mer. Bien que les levés régionaux de base seront toujours utiles, on accorde maintenant plus d'attention, dans les régions déjà couvertes, à la détermination des âges des composantes de la succession des sédiments et à la compréhension des processus qui ont conduit à leur accumulation. L'instabilité du fond de la mer, qu'elle résulte du pergélisol, du râclage par les glaces, de tremblements sismiques, de tempêtes,

d'évacuations de gaz ou de glissements du fond, est un problème majeur dans les zones de production d'hydrocarbures et, pour le résoudre, il nous faut mieux comprendre les propriétés géotechniques des sédiments quaternaires. Afin d'évaluer les ressources en agrégats et en minéraux des gisements, il nous faut comprendre les processus d'accumulation des sédiments, tant passés que présents. Quand on songe à la tendance actuelle d'exploiter les ressources dans les profondeurs océaniques du talus et du glacis continental, ainsi qu'à la possibilité que certains pays se débarassent de leurs déchets nucléaires dans les profondeurs de l'océan, il est urgent d'étendre les levés au-delà du plateau, en eau profonde, et de mettre au point des outils modernes appropriés à ces profondeurs.

Couverture régionale du programme de cartographie acoustique des sédiments quaternaires entrepris par le Centre géoscientifique de l'Atlantique.

Levés géologiques côtiers

— R.B. Taylor

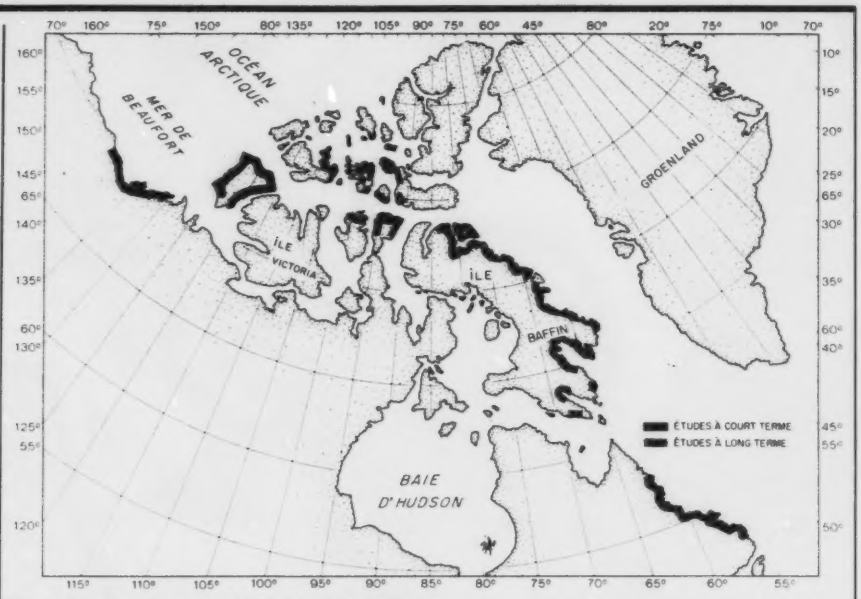
On s'efforce, au Centre géoscientifique de l'Atlantique, de déterminer les facteurs réglant le développement et l'évolution des lignes de côte. On évalue la dynamique sédimentaire des régions côtières, on cherche les tendances évolutives dans la zone du rivage et on s'efforce de prédire les changements futurs. On nous demande souvent d'étudier les activités humaines susceptibles de perturber la ligne de côte, telles que l'enlèvement du sable d'une plage. Inversement, on étudie les zones côtières où la mer menace l'homme, comme par exemple par érosion rapide de la côte et représentant un danger pour les édifices avoisinants. Notre responsabilité porte sur les côtes arctique et atlantique. Cette région a une longueur d'environ 218 000 km; c'est pourquoi il nous faut adopter différentes échelles d'opération pour réaliser nos objectifs. Le programme côtier, au CGA, peut se diviser en trois sections: (a) inventaire côtier systématique; (b) études des processus; et (c) études appliquées à court terme.

Les études de reconnaissance couvrent de grandes étendues de lignes de côte dans des temps assez courts. Parmi les méthodes utilisées sur le terrain, on note la reconnaissance aérienne, en tout ou en partie, de la ligne de côte et la collection de bandes magnétoscopiques ou de diapositives, ou des deux, représentatives des types côtiers. Nous déterminons des stations de profils de plage et de levés transversaux afin d'obtenir des mesures quantitatives de morphologie et une ligne de référence permettant d'évaluer les taux de changements que subira la côte d'un levé à l'autre. À certains sites, nous prélevons des échantillons de sédiments ainsi que des carottes de sédiments à l'aide d'un caisson, afin d'étudier des caractéristiques côtières spécifiques, telles que bancs de sable. On formule ensuite des conclusions

quant à la source des sédiments et aux processus responsables de la topographie de la côte. L'étude des fronts sédimentaires de structures en formation active conduit à des analogues modernes qui aident à identifier d'anciens dépôts côtiers dans la colonne rocheuse. À partir d'études de reconnaissance, il est possible de cartographier la distribution spatiale et le caractère des types et des attributs particuliers des rivages. C'est ainsi, par exemple, qu'est étudiée et cartographiée la distribution des plages de gravier à cordon littoral le long de l'île du Cap-Breton et de Terre-Neuve, en vue de déterminer les facteurs réglant la hauteur et la stabilité de leurs côtes. Dans les îles de l'Arctique, où la glace pose de graves problèmes, on étudie annuellement la distribution des arêtes causées par les glaces échouées, leur accumulation sur la rive et les effets qu'elles ont sur la zone côtière. Ces reconnaissances ont été concentrées pour la plupart dans l'Arctique canadien; cependant, on a fait pendant les deux dernières années des levés côtiers de l'île du Cap Breton et de Terre-Neuve. Bien que le géologue spécialiste des zones côtières soit le principal utilisateur des données descriptives sur ces régions, on les utilise également dans la planification des mesures à prendre lors de déversements accidentels de pétrole, ou encore dans celle de l'utilisation des terres côtières. Cette information sert de plus à évaluer les répercussions sur l'environnement de projets d'ingénierie majeurs dans la zone côtière.

Les études des processus nous aident à formuler, élucider ou vérifier les théories de l'évolution et des changements que subit la côte. Ceci comporte la surveillance des processus physiques, tels que les vagues, les marées, les courants et les vents, ainsi que l'observation des réponses morphologiques de la topographie particulière de la côte. Ces études peuvent durer des jours ou des mois.

Un important projet de ce genre, l'étude de la dynamique des sédiments dans un système de cordon littoral moderne, a été entrepris en 1980-81 dans la baie Aspy, au nord de l'île du Cap-Breton. On a mieux compris, à la suite de cette étude, la façon dont sont formés les sédiments près de la rive, sur l'estran et dans les dépôts de débordement. Dans l'exécution de ce projet, on a déployé RALPH (voir chapitre 3). Il s'agit d'un appareil de surveillance autonome produisant de très intéressantes photos séquentielles de la formation et de la destruction des formes du fond sur le littoral. On s'est également arrêté au processus de débordement des cordons littoraux, principal mécanisme de



Les programmes de géologie côtière du Centre géoscientifique de l'Atlantique sont exécutés à deux échelles — levés de reconnaissance à court terme et études processus-orientées à plus long terme.

transfert des sédiments vers l'arrière-plage et la lagune. Dans le cordon littoral de la baie Aspy, des débordements importants, sous l'action des vagues, ont donné naissance à des nappes de dépôts confinées latéralement dans les chenaux et se terminant en minces cônes ou deltas. Les canaux de débordement du cordon littoral permettent aux vagues de recouvrir la plage, réduisant ainsi le ressac et l'érosion de la plage causée par les vagues de tempêtes. Il est intéressant de noter que, bien que l'emplacement des chenaux de débordement du cordon littoral de la baie Aspy ait changé au cours des derniers 30 ans, la proportion de la longueur totale du cordon soumise aux débordements est demeurée relativement constante à 46-52 %.

On applique souvent les résultats des études de processus à la solution de problèmes pratiques dans la zone côtière, tels que le sort des déblais des dragues, la construction d'installations portuaires et l'évaluation de la stabilité des plages. À titre d'exemples, notons :
(1) Les effets de l'extraction d'agrégats dans les sédiments des plages sur la côte sud-est du Cap-Breton ont été étudiés en collaboration avec le ministère des Terres et Forêts de la Nouvelle-Écosse; la plage de Framboise semble se rétablir, mais celle de Belfry se détériore rapidement;
(2) Des mesures séquentielles du retrait des falaises de la côte de la Nouvelle-Écosse donnent à penser que le taux maximal de retrait est de 3,5 m par année dans le cas des falaises exposées de la côte est de cette province;
(3) À Holyroad Pond, un fjord du sud de Terre-Neuve, se trouve un cordon littoral perché sur le seuil du fjord, qui, s'il devient instable, pourra se retirer vers la terre et disparaître dans l'eau profonde à l'arrière du seuil. Ceci aurait de sérieuses implications pour la route qui traverse le cordon et les projets d'aquiculture dans le fjord.

Que doit-on faire maintenant? On s'attend d'étendre les études de reconnaissance au détroit de Jones (T.N.-O.) (un programme conjoint avec le Service hydrographique du Canada) et aux autres secteurs de la côte terre-neuvienne en 1983. On s'efforcera également de raffiner et de développer davantage un système de traitement de l'information côtière. Grâce à ce dernier, le groupe possédera une banque bien organisée de données sur les régions côtières et une méthode améliorée pour transmettre l'information aux autres utilisateurs.

Parmi d'autres problèmes particuliers qui devraient être étudiés dans les quelques prochaines années, notons : (1) la collecte de données sur les caractéristiques des dépôts de gravier et de mélanges de sable et gravier sur les plages; (2) la mise au point de méthodes de mesure de transport du gravier et (3) la prédiction des profils de rivage en équilibre dans les graviers. Il n'existe à peu près pas de modèles de transport du gravier dans la littérature. Cependant, ils sont importants dans le contexte canadien, car une bonne partie de la côte est constituée par un sédiment grossier dérivé surtout de dépôts glaciaires. Les modèles de transport des sables sous l'action des vagues dans de faibles pro-

fondeurs sont, eux aussi, inadéquats, de même que l'accessibilité de moniteurs de transport de sédiments à réponse rapide pour être placés à proximité du rivage. C'est pourquoi nous participons à l'Étude des sédiments côtiers du Canada, un programme conçu dans le but de promouvoir la recherche sur les problèmes de transport des sables de la côte. Le site d'étude en 1983 est Pointe-Sapin, dans le nord-est du Nouveau-Brunswick.

Finalement, on fait actuellement des efforts en vue de combler le vide entre les levés côtiers et hauturiers. La zone du voisinage du rivage est un environnement où il est difficile de travailler. Elle comprend la zone des brisants où l'action des glaces est intensive et que les navires de recherche ne peuvent couvrir. On a donc très peu de données sur cette région, en dépit de son importance physique, écologique et économique. C'est pourquoi nous entreprenons, comme partie intégrale du programme de géologie côtière du CGA, des levés à proximité du rivage et à l'élaboration des projets d'étude des processus de transport des sédiments dans cette zone.

Roger Bélanger

Les études de plages telles que celles-ci aux îles de la Madeleine nous renseignent sur la manière dont les tempêtes modifient leurs profils et sont la cause de mouvements de sable dont on voit ci-haut un exemple.

CHAPITRE 2

Traitement, classement dans les archives et accessibilité de l'information

Le présent chapitre contient une description de la manière dont les données, de quelque nature qu'elles soient, sont transformées, une fois recueillies, en produits utiles. On y décrit tout d'abord les ordinateurs, qui constituent maintenant le point central de chaque activité de l'IOB, tant à terre qu'en mer. Nous passons ensuite à la façon dont les cartes de navigation sont préparées à partir des données des relevés, les stocks de poissons sont évalués et, enfin, comment toutes sortes de données sont classées dans des banques où elles seront, à l'avenir, accessibles au public.

ORDINATEURS EN MER ET À TERRE

— G. Collins

Les ordinateurs, à l'IOB, servent à inscrire, stocker, récupérer et analyser l'information; à construire des modèles de systèmes physiques, chimiques et biologiques; et à faire du travail de bureau, tel que le traitement des mots. En plus de libérer les chercheurs d'un travail ennuyeux et nécessitant beaucoup de temps et qui pourrait être mieux utilisé à formuler et vérifier des hypothèses, les ordinateurs effectuent des calculs qu'il ne serait pas pratique de faire avec d'autres méthodes. Grâce aux ordinateurs également, d'autres individus ou organismes peuvent avoir accès à l'information.

Le travail à terre à l'IOB est réalisé sur un ordinateur à unité principale que se partagent plusieurs utilisateurs et sur mini-ordinateurs à vocation spéciale : on se sert en outre de plus en plus de micro-ordinateurs dans les laboratoires et les bureaux. Le travail à bord des navires se fait sur mini-ordinateurs.

L'unité centrale de l'IOB est un Cyber 173, capable de traiter l'information par lots et pouvant accommoder jusqu'à 65 terminaux simultanément. Ceux qui utilisent ce système peuvent faire la majeure partie de leurs calculs sur le lieu même de leur travail. Un réseau téléphonique permet à cet ordinateur d'entrer en communication avec des systèmes éloignés, quand on a besoin de ressources supplémentaires, inaccessibles localement. C'est ainsi, par exemple, que certains programmes de modélisation à grande échelle sont transmis à un Cyber 176, qui accomplit le travail huit fois plus rapidement que le Cyber 173.

Debbie Casey fait une entrée dans le journal machine de l'unité centrale de l'IOB.

Les systèmes d'ordinateurs comprennent deux types de constituants : «hardware» et «software». Le premier est constitué par les objets physiques, tels que circuits chargés des opérations mathématiques, unités de mémorisation, commandes de rubans magnétiques, etc.; le second comprend les instructions, ou programmes, exécutés par le hardware.

Les coûts de ce dernier diminuent régulièrement à mesure que progresse la technologie, tandis que ceux du software continuent d'augmenter. Ce dernier, une fois créé ou acheté, peut être partagé par plusieurs utilisateurs, ce qui représente une économie, approche adoptée par l'IOB pour le software, tant interne que commercial.

Les activités de software du Cyber se divisent en calculs mathématiques («broyage des nombres»), gestion de l'information et graphiques de haute qualité. Il existe de nombreux ensembles de programmes commerciaux pouvant être utilisés directement avec un minimum d'effort de programmation. Tout pro-

gramme adapté en vue d'un usage particulier à l'IOB est la responsabilité de l'utilisateur et, selon les circonstances, on décidera si le programme doit être mis en place à l'IOB même ou exécuté à forfait par une firme spécialisée dans ce genre de travail.

Fortran est le principal langage numérique utilisé à l'IOB pour le «broyage des nombres», mais il en existe d'autres, tels que APL et COBOL. Un système de gestion d'une banque de données, appelé Système 2000, est utilisé pour l'emmagasinage des données et l'accès facile à l'information. L'ensemble de programmes DISSPLA est utilisé, de concert avec Fortran, dans la production de graphiques de haute qualité. Il existe aussi divers ensembles de programmes mathématiques et statistiques. En plus de l'équipement périphérique usuel, tels que commandes de disques et de rubans, imprimantes, etc., on possède deux enregistreurs graphiques: un petit modèle à tambour Zeta, de qualité moyenne, et un plus gros, de haute qualité, le Xynetics 1100, une machine à dessiner à plat.

À bord des navires, et à des fins générales, on utilise des mini-ordinateurs HP1000. Ces systèmes enregistrent, emmagasinent, trient et analysent l'information lors des expéditions scientifiques. Par exemple, les océanographes physiciens sont intéressés à connaître les changements de salinité et de température en fonction de la profondeur de l'océan à divers endroits. Un mini-ordinateur HP1000 reçoit ces données directement de détecteurs suspendus du navire et les emmagasine sur ruban magnétique. Une seule expédition peut accumuler jusqu'à 10 millions de mesures de salinité-température. Ces données sont ordinairement emmagasinées sur rubans magnétiques et introduites dans l'unité centrale à terre pour traitement une fois les scientifiques revenus au laboratoire.

On utilise un HP1000 à terre pour développer des programmes qui serviront par la suite en mer. Alors que tous ces mini-ordinateurs à vocation multiple sont programmés et commandés par les chercheurs et leurs techniciens, le personnel affecté spécialement aux ordinateurs en coordonne l'utilisation et l'entretien.

On fait également appel à des mini-ordinateurs à terre pour des fonctions particulières, dont l'une utilise un mini-ordinateur PDP 11/34 pour convertir les données en numérique qui serviront à la cartographie automatique. Ces ordinateurs sont subordonnés à une application particulière et sont sous le contrôle des responsables de l'application.

Hans Wirz

Elaine Toms et Frances Bula se préparent à faire passer à une puissance supérieure la banque de données WAVES/VAGUES du ministère des Pêches et des Océans d'un ordinateur personnel IBM à une unité centrale plus puissante.

Hans Wirz

L'informatique à bord : Francine Laflamme et Roy Sparkes utilisant le système informatique du nsc *Hudson*.

Les micro-ordinateurs sont l'addition la plus récente à l'équipement de l'IOB. Ces ordinateurs peuvent servir, à un faible coût, à certaines «petites» applications. Une, entre autres, utilise un software commercial, prêt à fonctionner, dans des modélisations écologiques, tandis que, dans une autre application, on fait appel à cet appareil pour inscrire automatiquement les données recueillies dans le cours d'une expérience de laboratoire. En mer, on utilise un micro-ordinateur pour obtenir, en continu, une information sur la stabilité à bord, car les paramètres mesurés changent pendant le voyage. Les micro-ordinateurs sont également utilisés dans des travaux tels que le traitement des mots, le maintien des dossiers et le contrôle budgétaire. Ces appareils sont maintenant partie intégrale des installations de traitement de l'information à l'IOB et constituent un supplément de ressources à celles de l'unité principale et des mini-ordinateurs. Cette intégration est renforcée physiquement par des liens de communication micro-unité principale-mini-ordinateurs à l'IOB, les marques les plus populaires y étant représentées.

La diminution des coûts, tant du hardware que du software, permettra de multiplier les applications des ordinateurs et de rendre de plus en plus pratique l'intégration des ressources. En coordonnant l'ensemble du software, du hardware et des communications d'ordinateur-à-ordinateur, on aura accès à une grande variété de ressources. Par exemple, des postes de travail sur ordinateur deviendront plus populaires, car ils permettront aux chercheurs d'accomplir des travaux tels la rédaction de textes, le développement de programmes et la création autonome de graphiques interactifs, avec libre accès à une unité principale ou un mini-ordinateur, selon les besoins.

Les exigences en ordinateurs et leur technologie évoluent rapidement et régulièrement. Il y a seulement 15 ans passés, la plus grande partie du traitement de l'information à l'IOB se faisait à l'aide d'une unité principale isolée : aujourd'hui, l'unité principale, les mini- et les micro-ordinateurs sont reliés entre eux et tous jouent des rôles importants. Bien qu'on puisse se demander si ce sont les besoins de la recherche qui ont influencé la technologie, plutôt que l'inverse, il est clair que les deux agissent de concert sur l'évolution du traitement de l'information à l'IOB.

CARTES ET PUBLICATIONS NAUTIQUES

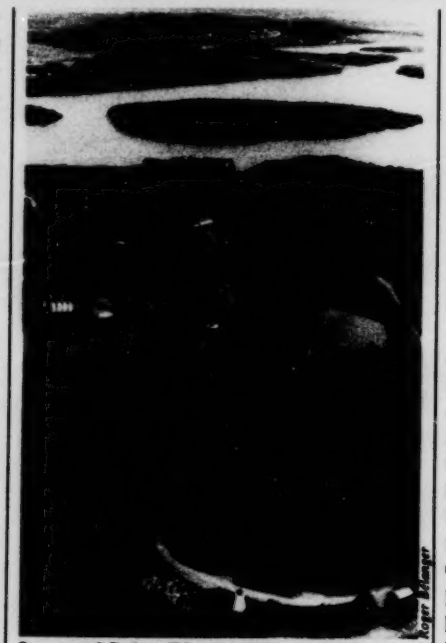
— A.J. Kerr et R.F. Macnab

Dans la poursuite de son commerce maritime, une nation doit avoir accès à des cartes nautiques. Aucun navire, de quelque taille qu'il soit, ne prendra la mer sans en être muni. En fait, à la suite du désastre du pétrolier *Arrow* en 1970, le Canada a adopté une loi en vertu de laquelle tout navire de plus de 100 tonnes ne peut pénétrer dans ses eaux sans cartes nautiques. Contrairement aux carte terrestres, les cartes nautiques ne peuvent être représentées par des rectangles nettement insérés dans un grillage géographique particulier, mais doivent être préparées de façon à répondre aux besoins des navigateurs. Plusieurs pays produisent des carte nautiques à échelle mondiale, alors que le Canada s'occupe surtout de ses eaux nationales. Il n'en reste pas moins qu'avec une très longue ligne de côte et un plateau continental étendu, la Canada est parmi l'un des plus importants producteurs de cartes nautiques du monde.

Le Service hydrographique du Canada maintient plus de 1 000 cartes nautiques et produit en outre une volumineuse série de cartes de ses ressources naturelles. On peut comparer avec le Royaume-Uni, qui possède une série mondiale d'environ 4 000 cartes. À l'autre extrémité de l'échelle se trouvent certains pays qui, bien qu'ils possèdent une importante marine marchande, ont des lignes de côte restreintes et peuvent produire moins de 100 cartes.

Contrairement à la majorité des cartes terrestres, les cartes nautiques doivent être continuellement mises à jour. On utilise à cette fin diverses méthodes. Chaque semaine, le ministère des Transports publie des Avis aux navigateurs contenant tous les changements nécessaires à cette mise à jour. De temps à autre, tous ces Avis sont incorporés dans une réimpression d'une carte particulière. S'il arrive qu'on ait recueilli un nombre réellement significatif de données nouvelles, possiblement à la suite de nouveaux levés, on produira un nouvelle édition.

Au Canada les cartes que nous possédons peuvent être des réimpressions directes de cartes de l'Amirauté britannique. Ces cartes ont été compilées par les marines britannique et française il y a un siècle ou plus, et on est actuellement en voie de recueillir de nouvelles données qui permettront de les remplacer par des cartes canadiennes modernes. On effectue



Le canal Saint-Pierre, à l'entrée des lacs Bras d'Or de l'île du Cap-Breton, en Nouvelle-Écosse. Le Service hydrographique du Canada à l'IOB a récemment produit trois nouvelles cartes des lacs.

actuellement de nouveaux levés de la région de Terre-Neuve sur lesquels seront basées de nouvelles cartes.

Le Service hydrographique du Canada est membre de l'Organisation hydrographique internationale (OHI), dont la fonction est d'uniformiser les normes, à l'échelle mondiale, des cartes et des publications nautiques. Il y eut beaucoup de progrès de fait dans les 60 années de l'existence de cet organisme, mais on doute fort qu'on voie jamais une série de cartes vraiment internationale, la principale difficulté étant évidemment la langue utilisée. L'OHI travaille en étroite collaboration avec d'autres organismes internationaux, tels que l'OMI (Organisation maritime inter-gouvernementale) en ce qui a trait aux voies maritimes et avec la COI (Commission océanographique intergouvernemenale) en ce qui a trait à la production de séries mondiales de cartes bathymétriques.

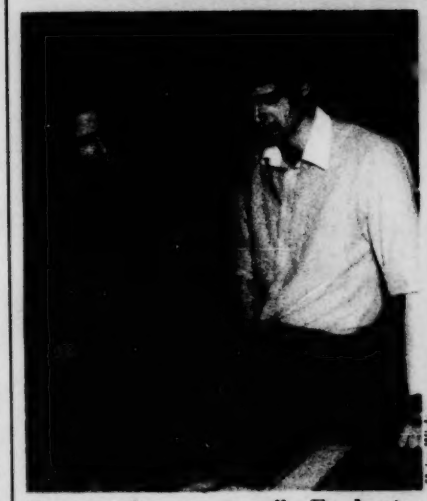
Installations et méthodes de production des cartes

La Division de production des cartes à l'IOB est typique d'un bureau régional du Service hydrographique du Canada. Les données sont recueillies à chaque saison par des expéditions sur le terrain; cependant, ce n'est là qu'une des nombreuses sources d'information utilisées dans la préparation d'une carte nautique. Une unité technique reçoit les plans et données de plusieurs ministères gouvernementaux et d'organismes privés. Il lui arrive des données sur les chenaux nouvellement dragués, les structures de génie telles que brise-lames et quais, les changements apportés aux aides à la navigation telles que bouées et phares, et, ce qui est surtout important, des rapports des navigateurs concernant la découverte de hauts-fonds nouveaux ou autres dangers pour la navigation. À l'arrivée au centre de données, les divers rapports sont examinés en fonction de leur urgence. S'il y a danger immédiat pour la navigation, un projet d'Avis aux navigateurs est rapidement préparé et transmis au ministère des Transports pour diffusion. Si par ailleurs il n'y a pas danger immédiat, les rapports seront indexés pour être inclus sur les cartes futures.

La production ou la réédition d'une carte nautique comporte plusieurs étapes distinctes. On prépare tout d'abord un schéma général des cartes à produire, afin de définir les limites géographiques de chacune. Un dessin grossier de chaque carte est ensuite préparé pour s'assurer que la région est adéquatement couverte. On y insère ensuite à plus grande échelle les régions détaillées; un carroyage de méridiens et de parallèles en bordure ainsi que tous les points de contrôle géodésique sont tracés avec grande précision sur une base, à l'aide d'un traceur automatique; les données sont ensuite insérées à échelle sous la forme d'une mosaïque. On doit ordinairement réduire de beaucoup les tracés effectués sur le terrain — à un tel degré parfois qu'il faut un oeil entraîné pour interpréter les résultats. Viennent ensuite la compilation et le choix des données: seules les plus importantes pour le navigateur apparaîtront sur la carte. Les hauts-fonds sont toujours choisis. Depuis quelques années, on utilise davantage les contours bathymétriques et moins les valeurs ponctuelles qu'anciennement. On y inclut les données terrestres, ordinairement à partir de cartes topographiques fondées sur des photographies aériennes. Les aides à la navigation et la nomenclature soigneusement

construites sont ajoutées et, finalement, une information telle que le titre. Les cartes modernes peuvent sembler contenir moins de données, alors qu'en fait, elles sont moins chargées et contiennent plus d'information qu'auparavant.

Une fois les données compilées et choisies, les cartographes entreprennent le tracé final de la carte. Anciennement, l'image était fixée sur plaques de cuivre par d'habiles graveurs, mais aujourd'hui la plupart des cartes sont inscrites sur plastique ou produites par conversion en numérique et traçage automatique. L'IOB, tout comme les autres bureaux régionaux du SHC, possède un système interactif de cartographie complexe appelé GOMADS (Système interactif de traitement des données graphiques sur écran cathodique). Ce système est capable de choisir l'information d'une source numérique, mais on l'utilise actuellement en grande partie pour convertir cette source en numérique et l'éditer. La carte convertie en numérique est tracée à l'aide d'un traceur automatique précis, par le biais d'un rayon lumineux se déplaçant le long d'un matériel photosensible. Les tracés ainsi produits peuvent ensuite servir à la préparation de négatifs de diverses couleurs selon un procédé de séparation des couleurs nécessitant un travail manuel supplémentaire. À chaque stade, des spécialistes contrôlent soigneusement la qualité du produit et s'assurent que la carte finale ne contient aucune erreur, en autant que la chose est humainement possible. Tout au long de la production, on fait grand usage d'installations photomécaniques. Les documents de base doivent être réduits et il faut fournir aux cartographes les divers négatifs et positifs dont ils ont besoin pour accomplir leur travail. L'étape finale de contrôle de la qualité implique la production d'une épreuve en couleurs, ce qui permet aux cartographes d'examiner le produit avant que celui-ci soit transmis à l'impression finale.



Cartographes au travail. En haut : Catherine Schipilow utilise un convertisseur en numérique pour pointer à l'entrée des données sur la profondeur, qui seront ensuite automatiquement introduites dans une banque de données aux latitudes et longitudes exactes. À gauche : Sandy Weston et Nick Palmer examinent une nouvelle carte du SHC. À droite : Ed Lischenski actionnant le grand châssis de contact des couleurs utilisé dans la production de cartes.

Levés multiparamétriques et cartes des ressources naturelles

Les levés multiparamétriques représentent des opérations coordonnées conçues en vue de recueillir des données hydrographiques et géophysiques au large de la côte est du Canada. Ce programme, entrepris en collaboration par les hydrographes et les géophysiciens de l'IOB dans la baie de Fundy il y a presque deux décennies, a permis de cartographier la majeure portion du secteur compris entre le golfe du Maine au sud et le détroit de Davis au nord. Les intervalles entre les lignes de levés parallèles varient entre 20 et 1 mille m. Au total, quelque 32 expéditions d'une durée de 3 semaines à 4 mois ont recueilli près de 500 000 kilomètres-lignes de données.

La banque de données qui en est résultée trouve de nombreux utilisateurs — navigateurs, pêcheurs, société minières et pétrolières, ingénieurs chargés de la pose des pipe-lines et des câbles, spécialistes des hydrocarbures et scientifiques d'une variété de disciplines. L'information recueillie au cours de ces levés est transmise au public sous diverses formes, telles que cartes de navigation et de pêche, cartes des ressources naturelles, cartes de la série nationale des sciences de la terre, cartes générales bathymétriques des océans (GEBCO pour *General Bathymetric Charts of the Oceans*) et compilations spéciales. Des données sont en outre accessibles, sous forme numérique, dans les dossiers ouverts de la Commission géologique du Canada.

La série des cartes des ressources naturelles était tracée initialement sur Projection de Mercator transverse universelle à échelle de 1/250 000. Comme il s'agissait de cartes servant à d'autres fins que la navigation, on a pu procéder par quadrillage. Chaque carte avait une base de contours bathymétriques sur laquelle était imprimé chacun des autres paramètres.

La bathymétrie de ces cartes est in-

terprétée de façon différente de celle des cartes nautiques. Sur ces dernières, l'objectif des cartographes est de prévenir le navigateur des dangers que présentent les parties peu profondes de l'océan : l'accent est donc sur les faibles plutôt que sur les grandes profondeurs. Les cartes bathymétriques, d'autre part, insistent davantage sur l'interprétation géologique. La série sur les ressources naturelles comprend des cartes sur lesquelles sont inscrites des observations sur la bathymétrie, la gravité et les champs magnétiques et leurs anomalies. Le public peut se procurer cette série, et les sociétés pétrolières ainsi que les organisations d'ingénieurs travaillant sur la côte est du Canada l'utilisent de façon intensive. Bien que les données soient produites aux bureaux régionaux du Service hydrographique du Canada et au centre géoscientifique de l'Atlantique de l'IOB, les cartes elles-mêmes sont produites par le SHC à Ottawa, où on utilise les résultats interprétés à la fois par le MPO et le MEMR.

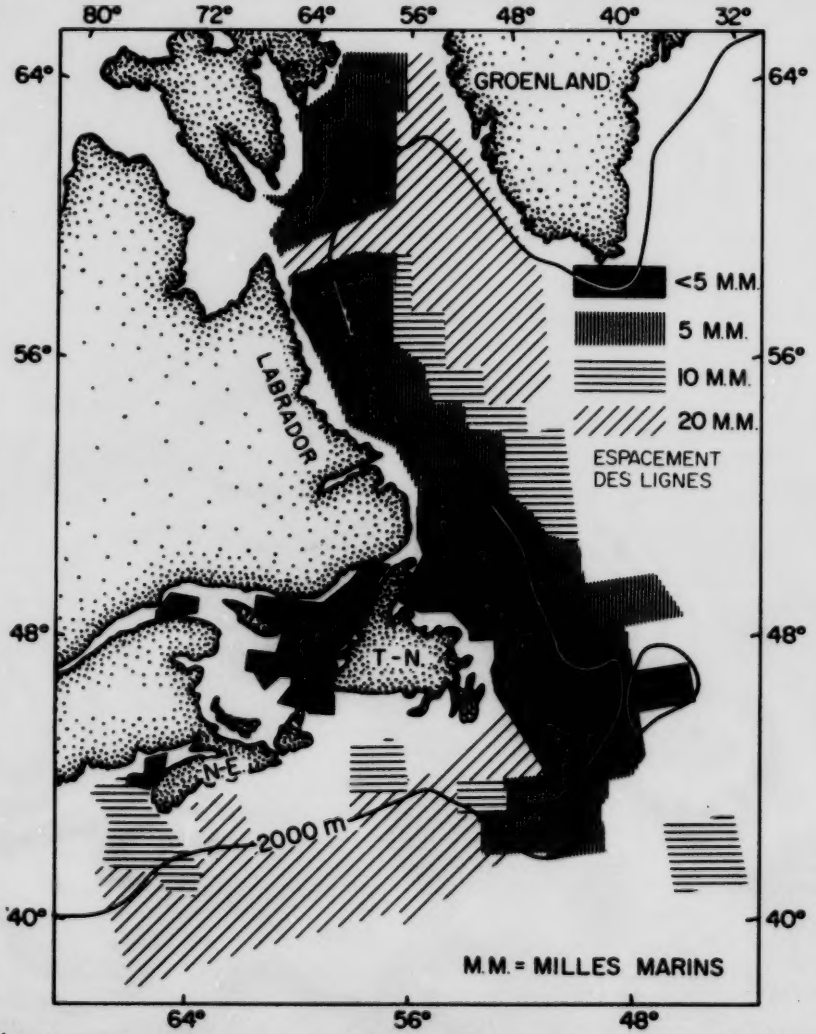
À l'avenir, il faudra une cartographie plus détaillée en vue de levés régionaux accrus au sud de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse et aussi pour étendre la couverture vers le large. Cette dernière activité est nécessaire à la délimitation de la marge du plateau juridique, telle que définie dans l'article 76 du Projet de convention sur le droit de la mer. Plus au nord, un levé de la baie Baffin, selon des normes modernes, est virtuellement inexistant. Il faudra attendre le développement d'une technologie de navigation faible — et dans les limites de nos ressources — avant de faire la cartographie multiparamétrique de cette région difficile.

Tables des marées, instructions nautiques et autres publications du SHC

Il est très important que le navigateur connaisse la hauteur des marées. Les sondages sur une carte de navigation sont mesurés à partir du niveau de basse eau et, dans la plupart des cas, la profondeur réelle de l'eau est plus grande que celle indiquée sur la carte. Ceci est particulièrement important dans des régions telles que Hantsport, dans la baie de Fundy, parce que les navires qui s'y rendent pour y prendre un chargement de gypse doivent atteindre leur poste d'amarrage à marée haute, pour ensuite simplement reposer sur le fond à marée basse. D'autre part, l'espace libre au-dessous des ponts apparaît sur la carte par rapport à la haute mer, et, dans certains cas critiques, un bateau doit passer sous un pont à marée basse, plutôt qu'à marée haute.

Les navigateurs ont accès à cette information sous forme de tables de hauteurs des marées prédites en relation avec des ports standard. Depuis plusieurs années, on fait des observations sur la marée à plusieurs endroits autour de la côte. Une analyse de ces observations permet d'en déduire les constituants de marée. Ces derniers peuvent ensuite être utilisés concurremment avec les données astronomiques pour prédire, à l'aide d'ordinateurs, la hauteur de la marée. Les Tables de marées publiées par le Service hydrographique du Canada couvrent toutes les eaux canadiennes.

Les Instructions nautiques, parfois appelées «Pilots», fournissent, sous forme de volume, une information qui n'apparaît pas sur les cartes, telle que l'existence de dangers particuliers sur lesquels on veut attirer l'attention. Ces instructions sont un complément aux cartes nautiques, bien qu'en fait elles les aient précédées : on utilisait des instructions nautiques au temps de l'Egypte antique. Un navigateur qui se prépare à entrer dans un port peut y trouver des renseignements sur la disponibilité de pilotes, le type d'approvisionnements qu'il pourra y trouver et les courants qui existent dans le port. Il existe 14 volumes couvrant toutes les eaux canadiennes, publiés en anglais et en français. Actuellement, les Instructions nautiques sont mises à jour annuellement ou bisannuellement à l'aide d'un système de révision de texte par ordinateur. Là où existent plusieurs bateaux de plaisance ou autres petites embarcations, le Service hydrographique du Canada publie des cartes spéciales, dont quelques-unes sous forme de bandes, ce qui en facilite l'utilisation à bord de petits bateaux où



Étendue et densité des tracés des levés multiparamétriques effectués de 1964 à 1982. Dans la plupart des cas, les données portent sur la bathymétrie, le champ magnétique et la gravité; dans certaines régions, toutefois, elles incluent également des profils de sismique réflexion en eau peu profonde.

l'espace est limité. Pour ces régions également, on publie un type spécial d'instructions nautiques appelées Guide du plaisancier, et qu'on peut se procurer pour des régions telles que Gulf Islands, en Colombie-Britannique, la voie Trent-Severn, en Ontario, et la rivière Saint-Jean, au Nouveau-Brunswick.

Les atlas de courants sont une autre publication du SHC. Ces atlas sont produits pour une région particulière de la côte canadienne où les courants de marée sont particulièrement complexes. Normalement, les courants sont indiqués sur les cartes nautiques elles-mêmes à l'aide d'une simple annotation. Cependant, dans des régions telles que le bas Saint-Laurent ou le golfe du Maine, la vitesse du courant varie beaucoup au cours d'un cycle de marée, et un atlas est la meilleure façon de la décrire. Une page est ordinairement consacrée à une phase particulière du cycle de marée et, parfois, on consacre une page à chaque heure suivant la marée haute. On produit actuellement des atlas modernes à l'aide d'ordinateurs, et des modèles mathématiques servent à prédire le comportement des marées et des courants à des moments spécifiques.

En plus des cartes et des diverses publications du SHC, on peut se procurer sur demande des renseignements plus détaillés mais moins raffinés, sous forme de feuilles d'opérations. Ces feuilles contiennent de nombreuses données bathymétriques et sont très populaires auprès des sociétés pétrolières et groupes d'ingénierie travaillant dans les eaux du large et de la côte.

ÉVALUATION DE LA TAILLE ET DU RENDEMENT DES STOCKS DE POISSONS

— J.M. McGlade et R. O'Boyle

Bob O'Boyle

Roger Bélanger

Les gestion des pêches de la côte est du Canada dépend étroitement de l'évaluation des effectifs et de la structure par âge des populations de poissons résidents. Ces évaluations permettent d'estimer annuellement le rendement ou les prises correspondant à un effort de pêche particulier.

Le Comité scientifique consultatif des pêches canadiennes dans l'Atlantique (CSCPCA) est formé de scientifiques du gouvernement qui font une revue annuelle de l'état des différentes ressources marines sur la côte est et qui fournissent au secteur industriel des conseils relatifs aux rendements maxima soutenus des années à venir. La Division des poissons de mer (DPM) est chargée de fournir des évaluations d'effectifs de stocks de poissons et de mammifères de la baie de Fundy, du plateau Scotian et du banc Georges. Ces stocks incluent morue, aiglefin, goberge, sébaste, poissons plats, merlu et merluche, hareng, maquereau, phoque gris et phoque commun. La Division doit en outre évaluer la viabilité de pêches nouvelles, telles que celle du balaou proposée, et leur répercussion sur le reste de l'écosystème. Toutes ces évaluations sont transmises à l'industrie pour commentaires. Une erreur d'analyse aura un effet dramatique sur le succès ou l'échec économique d'une pêche. C'est pourquoi la DPM accorde beaucoup d'attention à la recherche sur la méthodologie de l'évaluation des stocks.

La première étape d'une telle évaluation consiste à définir les limites géographiques du stock en question. Ceci est très important, car le fait d'exlure d'une analyse une partie de la population conduira à des projections de rendement inférieures à ce qu'elles devraient être. Ce sera l'inverse si l'on inclut des composantes d'un stock différent. La détermination des limites d'un stock est une opération complexe. Par exemple, on évalue actuellement la goberge du plateau Scotian comme population ou stock unique, dont les membres se reproduisent entre eux. Cependant, les relevés de plancton du SSIP ont permis d'identifier des rassemblements de ponte séparés sur les bancs Browns, Émeraude et Western. Il y a ponte également dans le golfe du Maine. Des marquages d'adultes indiquent que la goberge du plateau Scotian a des caractéristiques de migration différentes de celles de la goberge du golfe du Maine. Finalement, des études biochimiques, méristiques et morphologiques actuellement en cours donnent à penser qu'il existe au moins deux stocks, mais le verdict n'a pas encore été rendu. On se rend donc compte que le problème de la définition des stocks nécessite beaucoup de recherche.

L'étape suivante d'une évaluation est la compilation de toutes les statistiques de débarquements du stock une fois défini. Le Service de gestion des pêches du MPO à Halifax est chargé de la collection et du traitement des statistiques de débarquements sur base continue. La DPM obtient sur demande un ruban sur lequel sont résumées toutes les données, qu'elle traite ensuite sur l'unité principale de l'ordinateur de l'IOB. Normalement, les données sur les prises sont compilées par mois ou par saison, par type et tonnage de bateau et, finalement, par région de pêche.

La troisième étape du processus est particulièrement importante. Il est évident que si l'on pouvait compter tous les poissons qui constituent une population, on connaîtrait exactement l'effectif du stock accessible. Ceci est impossible, et les scientifiques doivent, pour déterminer la structure par taille et par âge du stock, procéder à l'échantillonnage d'une population. Tout d'abord, on fait un relevé à l'aide d'un engin standard et selon un plan d'échantillonage également standard. On exécute de ces relevés en juillet de chaque année depuis 1970 et, depuis 1979, en mars en novembre également. Au cours de ces relevés, on fait environ 150 traits de chalut à poissons de fond, à des endroits fixés au hasard sur le plateau continental et on détermine l'âge, la longueur, le degré de maturité et le sexe de tous les poissons capturés. L'avantage de ces relevés est leur rigoureux contrôle par les scientifiques, qui en assurent ainsi l'uniformité. Par contre, ils ont le désavantage que seulement une petite fraction de la biomasse de population est échantillonnée. Le meilleur échantillon de cette dernière est la pêcherie elle-même. Par exemple, sur une biomasse totale d'environ 340 000 tonnes de goberge, on récolte chaque année environ 55 000 tonnes. C'est là un niveau d'échantillonnage approprié. Si l'on peut définir adéquatement la composition par âge et par taille des prises,

ainsi que les caractéristiques de l'engin utilisé, on peut estimer l'effectif du stock.

C'est pour cette raison que la DPM poursuit un important programme d'échantillonnage des prises commerciales. Une partie de ce programme consiste à placer des observateurs sur les bateaux de pêche (voir «Le Programme des observateurs», chapitre 1). L'autre partie implique le personnel qui échantillonne les prises au moment où elles sont débarquées au port. On donne à ces échantillonneurs des directives spécifiques quant au nombre d'échantillons requis. Ces directives sont fonction du stock, de l'engin utilisé, du temps de l'année, du lieu de pêche, etc. Avant la réunion annuelle sur l'évaluation des stocks de poissons, on applique aux statistiques de débarquements les données de l'échantillonnage des prises, d'où l'on peut déduire, pour chaque année de pêche, le nombre absolu de poissons d'un âge donné qui ont été capturés. C'est ce que l'on appelle prises par âge.

L'étape suivante d'une évaluation est l'exécution de ce que l'on appelle une analyse de population séquentielle (APS), grâce à laquelle on évalue séparément l'effectif de chaque groupe d'âge ou génération, utilisant à cette fin les prises par âge et les estimations de la structure par âge et par taille la plus récente. Si l'on connaît le nombre de poissons présents dans le stock de l'année courante et le nombre qui a été capturé l'année précédente, on peut estimer l'effectif de population de cette dernière année, avant le début des opérations de pêche. Dans l'APS, cette logique «additive» est appliquée à des rétocalculs jusqu'à la première année dans laquelle une génération (classe d'âge) de poissons apparaît dans la pêche commerciale. L'effectif de population d'une année donnée est la somme des diverses générations. Par exemple, dans le cas de la goberge du plateau Scotian, la population, une année donnée, est constituée d'environ 10 groupes d'âge.

Cependant, il n'est pas d'analyse sans traquenard. Dans le cas de l'APS, c'est la détermination de la structure par âge et par taille de la population de l'année courante, et qu'il est nécessaire de connaître comme point de départ de l'analyse. Pour y arriver, on applique aux prises à un âge donné l'estimation du taux de mortalité causée par la pêche. Le problème se réduit donc à estimer la mortalité due à la pêche (F) à un âge donné pour l'année courante.

Il nous faut maintenant introduire le concept du recrutement partiel. C'est ainsi qu'on désigne la fraction de chaque groupe d'âge susceptible d'être capturée, mais qui ne l'est pas nécessairement, par les engins de pêche. C'est une notion distincte de celle du recrutement de la population, qui est le résultat de processus naturels. Le recrutement partiel dépend de la pêche. Il est influencé par des changements de sélectivité de l'engin de pêche, aussi bien que par l'accessibilité du poisson à cet engin. Normalement, le recrutement partiel augmente en fonction de l'âge pour atteindre un maximum chez les poissons plus âgés, pleinement recrutés. Par exemple, on estime que les goberges d'âge 2 sont recrutées à la pêche dans la proportion d'environ 5 % (c.-à-d. que 5 % de toutes les goberges d'âge 2 sont accessibles à la capture). Le plein recrutement ou une capturabilité de 100 % d'un groupe d'âge se produit à l'âge 5 environ.

La principale partie d'une évaluation de stock est donc la détermination de la mortalité due à la pêche (F) des groupes d'âge pleinement recrutés dans l'année courante et ensuite celle du recrutement partiel (RP) des groupes d'âge plus jeunes. En multipliant le nombre de poissons pleinement recrutés F, par le nombre de ceux qui sont partiellement recrutés RP, on obtient une estimation de la mortalité des groupes d'âge partiellement recrutés (dans le cas de la goberge, des poissons âgés de 1 à 4 ans). Il est particulièrement important d'obtenir des estimations précises de RP, car c'est à partir d'elles que sont estimés les effectifs de classes d'âge dont dépendra la pêche dans les 2 ou 3 années subséquentes.

F est ajusté jusqu'à ce que soit portée au maximum la corrélation entre les nombres de poissons pleinement recrutés à la population, tels que découlant de l'APS, et les estimations indépendantes d'abondance de stock. Pour certains stocks, tels que ceux de l'aiglefin et de la morue, on utilise surtout les données des relevés par navires de recherche, tandis que pour d'autres, tels que celui de la goberge, et dont les données des relevés sont moins fiables, on dépend des indices de taux de capture commerciaux. Le calcul de ces indices est lui-même une opération plutôt compliquée et le sujet de bien des discussions.

Le RP à chaque âge est parfois déterminé en portant au maximum les corrélations des indices de relevés pour les estimations de population d'âge 1 et 2 et pour ceux des mêmes âges dérivés de l'APS. Cependant, il arrive souvent que, en l'absence de données de relevés ou encore quand ces dernières ne sont pas fiables, l'on fonde les estimations sur les schémas historiques de la pêche, tels que dérivés de l'APS elle-même. L'avantage de cette dernière est d'être «autocorrective» à mesure que l'on recule dans le temps. Les estimations historiques du recrutement partiel devraient donc être assez fiables. Si les engins et les habitudes de pêche sont encore les mêmes, on peut utiliser ces estimations comme étant représentatives de la pêche actuelle. Ce n'est toutefois pas toujours le cas, et des ajustements sont nécessaires.

Comme on peut le constater, la détermination de l'effectif d'une population dans l'année courante est compliquée : on doit faire appel à de nombreuses sources de données et méthodes analytiques, afin de contourner les difficultés inhérentes aux données.

La dernière étape d'une évaluation est la détermination du total des prises admissibles (TPA) pour l'année qui vient. Il s'agit d'une estimation de la quantité de poissons qui peut être capturée sans mettre en danger la capacité des populations à se renouveler. Il est à noter que la DPM ne détermine pas la fraction des prises attribuée à chaque composante des flottilles — du moins pour le moment. Nous nous bornons à fixer un niveau de prises approprié. On calcule tout d'abord le niveau désiré de mortalité par pêche. On utilise à cette fin une analyse du rendement par recrue. Connaissant le taux de croissance des poissons et le taux de mortalité, tant par pêche que naturelle, ont peut estimer la quantité que chaque génération contribuera à la pêche pendant la durée de sa présence dans la pêcherie. Si tous les poissons étaient capturés à un très jeune âge, on perdrait beaucoup du rendement potentiel. Si, par contre, on permettait aux poissons d'atteindre un grand âge, la plupart auraient le temps de mourir de causes naturelles et, par conséquent, seraient perdus pour la pêche. Quelque part entre ces deux extrêmes se trouve un niveau désirable de mortalité par pêche. Celui que choisit le CSCPCA est désigné par le symbole $F_{0.1}$, ou le niveau de mortalité par pêche auquel une augmentation des prises à un effort de pêche supplémentaire d'une unité est égale à 10 % de l'augmentation du rendement par addition de la même unité d'effort sur un stock légèrement exploité. C'est un niveau d'effort de pêche conservateur, conçu dans le but de diminuer les risques d'affaissement des stocks et de favoriser un profit économique sous forme de poissons individuels de plus grande taille, tout en assurant à la population un plus grand nombre de groupes d'âge, ce qui diminue la variabilité du rendement d'une année à l'autre.

À ce niveau de $F_{0.1}$, on projette le rendement pour 3 années à venir, utilisant les estimations courantes de l'effectif de population. On communique ensuite ces

projections à l'industrie pour qu'elle les examine.

L'évaluation de la taille d'un stock de poissons est une opération très compliquée. Nous en avons examiné plus haut les principales caractéristiques. Quant il le faut, nous étudions des questions telles que la détermination de la mortalité naturelle, les tendances stock-recrutement, la croissance dépendante de la densité et les interactions entre populations. Ces questions sont toutefois trop complexes pour être examinées ici.

Néanmoins, on doit insister sur le fait que le processus d'évaluation des stocks est un creuset où sont traitées toutes les données et idées possibles, dans un seul but — fournir à l'industrie des estimations fiables des effectifs de stocks. Il arrive souvent que des modèles biologiques ésotériques, par ailleurs de valides contributions à la science, sont envisagés mais non utilisés dans l'analyse, soit à cause de leur nature provisoire ou encore à cause des hypothèses sur lesquelles ces modèles reposent. Grâce au processus de revue par les pairs adopté par le CSCPCA, toutes les analyses sont défendables devant le public. Les réunions d'évaluation annuelles sont donc une excellente occasion de s'assurer si, oui ou non, un développement scientifique particulier peut contribuer directement à la gestion des pêches de la côte est du Canada.

ATLAS

MAPMOPP: le Projet-pilote IGOSS de surveillance de la pollution (par le pétrole) en mer

— E.M. Levy

Eric Levy

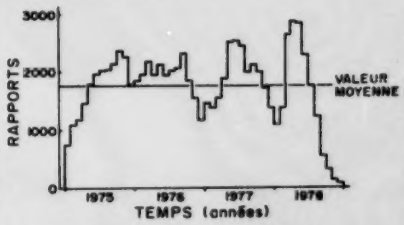
C'est vers la fin des années soixante qu'on a reconnu la pollution en mer comme un problème d'importance mondiale. Pour cette raison, la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain (Stockholm, 1972), avec approbabtion de l'Assemblée générale des Nations Unies, recommanda que la Commission océanographique intergouvernementale (COI) entreprenne conjointement avec l'Organisation météorologique mondiale (OMM) un projet-pilote en vue d'étudier la possibilité de surveiller la pollution marine à échelle mondiale en intégrant les programmes nationaux et régionaux. Dans ce but, le Système mondial intégré de stations océaniques (IGOSS), établi conjointement par le COI et l'OMM, a entrepris un projet-pilote d'étude de pollution par le pétrole dans l'ocean mondial. Pendant les cinq années de l'étude, on a détecté à vue presque 100 000 cas de nappes de pétrole et autres polluants flottants. On a en outre receuilli et analysé 5 000 échantillons de goudron de la surface de l'océan, 3 000 échantillons d'eau en vue d'y détecter des résidus de pétrole dissous/dispersés et 3 500 échantillons de goudron échoué sur les plages. Par la suite, les données ont été classées en archives, interprétées scientifiquement et publiés par la COI dans un rapport intitulé : *Global Oil Pollution: Results of MAPMOPP, the IGOSS Project on Marine Pollution (Petroleum) Monitoring*.

Les résultats de ce programme ont mis en lumière plusieurs importantes caractéristiques de la pollution par le pétrole. Prenant comme exemple les observations visuelles des nappes de pétrole, il est évident que ces nappes se rencontrent le plus fréquemment le long des principales routes de navigation des pétroliers, entre le Moyen-Orient et l'Europe (tant par le canal de Suez que par le cap de Bonne-Espérance), et entre le Moyen-Orient et le Japon. En fait, si l'on porte sur carte ces observations, on délimite clairement les principales routes des pétroliers. Les voies transatlantiques entre l'Europe et l'Amérique du Nord sont moins bien définies. Des nappes de pétrole ont été rarement observées en dehors des principales routes de navigation.

Il en a été de même de la distribution du goudron flottant, bien que les données recueillies n'aient pas été aussi considérables. On a calculé, à partir des données de MAPMOPP, que la concentration générale de goudron dans l'Atlantique nord était de 4,4 mg m^{-2}. On a estimé qu'il y avait à la surface de l'Atlantique nord de 15 000 à 20 000 tonnes de résidus de pétrole particulaire. Les données sur les résidus de pétrole dissous/dispersés à une profondeur de 1 m dans la colonne d'eau indiquent que les niveaux de contamination naturelle dans l'océan mondial sont d'environ 1 microgramme/litre, bien que les séries de données produites par différents participants aient parfois été contradictoires.

Un seul des pays participants — le Japon — a mené une étude détaillée du goudron échoué sur les plages. L'étude a démontré que la quantité de goudron échoué sur les plages japonaises dépendait étroitement des changements saisonniers de direction des vents prédominants dans la région du Kuro-Shio.

Le MAPMOPP a été un succès, non seulement parce qu'il a permis de commencer à comprendre la distribution mondiale de la pollution par le pétrole, mais aussi parce qu'il a servi de modèle d'organisation en vue des programmes de surveillance futurs.



Distribution mensuelle des observations visuelles des nappes de pétrole pendant MAPMOPP.

Atlas des oiseaux de mer de l'est canadien

— R.G.B. Brown et D.N. Nettleship

Dick Brown

L'Atlas des oiseaux de mer de l'est canadien a été publié en 1975. Il contient les premiers résultats des relevés quantitatifs, effectués par le Service canadien de la faune (SCF), de la distribution des oiseaux de mer au large et dans les colonies reproductrices au nord de 40° de latitude N. et à l'ouest de 40° de longitude 0.

Les oiseaux de mer sont les victimes les plus en évidence de la pollution par le pétrole et, dans toute activité pétrolière au large, représentent le plus sérieux problème environnemental. La publication de cet Atlas a été opportune. En effet, il contenait la majeure partie de l'information de base requise pour les différentes études environnementales occasionnées par la poussée d'exploration pétrolière au large de la côte est du Canada. Cependant, il a été remplacé depuis par de nouvelles données provenant en partie de relevés récents du SCF des colonies reproductrices d'oiseaux de mer, en partie de relevés supplémentaires à bord de navires et la distribution pélagique de ces oiseaux, et enfin et surtout de relevés aériens d'oiseaux de mer commandités par l'industrie pétrolière en réponse à une exigence du gouvernement fédéral en vue du processus de revue environnementale.

Le SCF est actuellement en voie de rédiger et de publier cette information nouvelle. L'Atlas originel sera remplacé par deux publications, une couvrant le relevé des colonies et l'autre les relevés pélagiques par navires et par avions. On pourra se rendre compte, à l'examen de ces volumes, que non seulement nos connaissances des oiseaux de mer de l'est du Canada se sont considérablement élargies, mais aussi que les trois types de relevés se sont beaucoup raffinés. Le SCF a été un pionnier dans la mise au point de ces méthodes, tant en Amérique du Nord qu'en Europe.

Les résultats des relevés des colonies représentent les meilleures estimations qui existent du nombre d'oiseaux de mer se reproduisant dans l'est du Canada. Comme dans l'Atlas originel, on mettra l'accent sur les espèces coloniales les plus visibles, telles que le fou de bassan (*Morus bassanus*) et le macareux arctique (*Fratercula arctica*), plutôt que sur les oiseaux se reproduisant en petites colonies — tels que la plupart des goélands — ou encore les espèces semi-coloniales et difficiles à dénombrer, telles que le guillemot noir (*Cepphus grylle*). Le nouvel Atlas contiendra néanmoins plus d'information sur ces deux derniers groupes d'oiseaux de mer que l'Atlas originel.

Dans ce dernier, le comptage des colonies de chaque espèce était présenté séparément. Dans la nouvelle publication, toutes les espèces se reproduisant à un site donné seront mentionnées ensemble. On comprendra mieux ainsi l'importance de sites spécifiques pour la communauté des oiseaux de mer de l'est canadien et on se rendra mieux compte des espèces ayant plus particulierement besoin de conservation et de gestion. Dans la description de chaque site, on inclura une information de base sur l'environnement telle que les formations géologiques qui ont crée un site convenant à une colonie d'oiseaux de mer et les conditions océanographiques responsables d'approvisionnements adéquats en nourriture, tant pour les reproducteurs que pour les jeunes. On mentionnera aussi l'historique des oiseaux de mer à chaque site, surtout par rapport à l'interférence humaine, tant passée que présente.

Les cartes de distribution pélagique donneront une vue d'ensemble de la répartition, mois par mois, des principales espèces d'oiseaux de mer au large de la côte est du Canada. Comme dans l'Atlas originel, la zone des relevés sera divisée en une section atlantique et une section arctique, la frontière entre les deux dans la nouvelle édition étant située à 60° de latitude N. On y présentera des données sur le nombre moyen d'oiseaux observés dans un kilomètre «carré» de 1° de latitude N. × 1° de longitude 0. (Atlantique) ou de 1° de latitude N. × 2° de longitude 0. (Arctique). Ce nouvel index servira a représenter les données de relevés par navires aussi bien que par avions. Il sera aussi plus facile qu'avec l'Atlas originel de comparer entre régions, mois et, jusqu'à un certain point, espèces. En effet, ce dernier était destiné à la représentation de données receuillies à bord de navires, soit le nombre moyen d'oiseaux observés par quart de 10 minutes.

Les cartes de distribution pélagique ont une double fonction. D'abord, elles donnent une vue d'ensemble de la distribution des espèces au large de la côte est canadienne, mois par mois. Ensuite, elles donnent une idée du volume d'information accessible pour un site particulier. Un nouveau programme de cartographie par ordinateur peut, à l'aide de ces données, produire une carte à n'importe quelle échelle. Par exemple, un projet de forage de puits au large doit être précédé d'une évaluation environnementale; on pourra dans ce but se procurer une série de cartes mensuelles d'un «carré» de 5° de latitude N. × 5° de longitude 0. montrant le puits au centre et les distributions combinées de toutes les espèces d'alcidés, les oiseaux de mer les plus vulnérables à un déversement de pétrole au large. De la même façon, des cartes de cette nature permettraient de déterminer en un coup d'oeil les régions et les périodes de l'année où davantage de données sont requises.

Le vieil Atlas servait à plusieurs fins. On y trouvait des renseignements à des fins aussi variées que :

(1) La préparation d'évaluations environnementales implicant la distribution des oiseaux de mer au voisinage d'opérations pétrolières hauturières à des sites allant du détroit de Lancaster vers le sud jusqu'aux Grands bancs.

(2) La planification de l'expédition en océanographie biologique du nsc *Hudson* dans le Haut-Arctique en 1980. Dans ce cas, on avait identifié les zones de forte productivité marine en se fondant sur celles d'importantes concentrations reproductrices locales et de fortes densités d'oiseaux de mer.

(3) La contribution au résumé de l'IOB de l'océanographie physique et biologique du banc Georges, un mémoire à l'appui de la revendication canadienne de cette zone.

(4) La production des données de base sur la façon de disposer des deux sections du pétrolier *Kurdistan*, qui s'était brisé dans le détroit de Cabot en mars 1979.

Le SCF espère que la nouvelle version de l'Atlas, plus flexible, sera tout aussi versatile. La date de parution dépendra, en partie du moins, des fonds disponibles, mais le SCF espère que le volume consacré aux relevés à bord de navires paraîtra avant la fin de 1983. Les données de base de ces relevés sont toutefois accessibles pour la cartographie d'un site en particulier.

La banque de données des dériveurs

— C.S. Mason et F. Jordan

Francis Jordan

La détermination de la route suivie par l'eau qui circule d'une région à l'autre est un aspect de l'étude des océans. Depuis le lancement du premier loch creux, les données sur les courants océaniques se sont graduellement accumulées; les marins eurent tôt fait de réaliser qu'ils pouvaient beaucoup apprendre en surveillant le matériel dérivant à la surface de l'océan — la nature du matériel dérivant indiquant parfois son origine.

Notre aptitude à tracer les courants océaniques s'améliora en fonction des progrès technologiques. Une instruction plus répandue et des services postaux modernes ont permis de marquer un dériveur de telle sorte que la personne qui le découvrait pouvait facilement le retourner, moyennant modeste récompense. On a largement utilisé de tels dériveurs océaniques dans la détermination des courants au large de la côte est canadienne et, pendant de nombreuses années, la Station biologique de St. Andrews y eut recours dans ses études du mouvement des eaux superficielles autour des Maritimes. L'IOB assuma la responsabilité de ce programme en 1978 et, à l'aide de cette méthode de dériveurs marqués, recueillit des données à la fois sur le mouvement des eaux de surface et sur la dérive des sédiments du fond.

Un peu comme l'appel au secours des naufragés, le premier type de dériveur consistait simplement en un message placé dans une bouteille. On a utilisé ce type jusque dans les années soixante-dix. Plus récemment, on a commencé à utiliser le message lui-même comme dériveur, une carte postale en plastique sur laquelle un message est imprimé en permanence. Dans l'étude des courants de surface, la carte est munie d'un flotteur qui lui permet de flotter verticalement avec franc-bord d'environ 1 cm.

Pour ce qui est de la dérive de fond, on utilise un dispositif en plastique en forme de champignon, avec pesée, auquel est fixée une carte postale. Dans un cas comme dans l'autre, le découvreur n'a qu'à écrire sur la carte l'endroit où il a trouvé le dériveur, avec son nom et adresse, et mettre la carte à la poste à l'adresse de l'IOB.

Au cours des 4 dernières années, l'IOB a mis en liberté quelque 50 000 dériveurs, à des endroits allant du milieu de l'océan à des projets locaux de dragage des ports. Conjointement avec le Service de la protection de l'environnement du Canada et le ministère fédéral des Travaux publics, on a lancé des dériveurs de fond aux sites d'immersion des déchets dans les Maritimes dans le but de suivre la direction probable de ces déchets et de prédire les effets possibles en aval. On a utilisé des dériveurs de surface pour estimer la direction du mouvement des nappes de pétrole et contribuer aux recherches halieutiques. À ce jour, on a libéré 35 000 dériveurs de surface et 15 000 dériveurs de fond, et on en a récupéré 1 500 et 6 700 respectivement. L'apparente anomalie entre les retours des deux types de dériveurs est probablement due au fait que les dériveurs de fond ont été libérés en grande partie près de la côte et dans les ports et ont été entraînés à la côte sous l'action des vagues, en des endroits où la population était suffisamment dense pour assurer leur découverte.

Parmi les retours intéressants reçus à ce jour, notons que des dériveurs de surface lancés dans le courant du Labrador ont été récupérés sur la côte d'Irlande. D'autres, mis en liberté dans la baie de Fundy, nous sont revenus de France deux ans plus tard.

On a mené en 1979 une expérience dans le but de comparer les mérites relatifs des bouteilles utilisées antérieurement et les cartes de l'IOB. Pour donner une idée de l'ampleur de cette expérience, 1 000 paires de dériveurs ont été lancées au cours de chacune de seulement deux expéditions, à plusieurs stations et à différentes époques. À la fin de 1982, on n'avait récupéré que 52 bouteilles et 66 cartes. Bien que ceci semble un assez faible taux de retours, il donne une bonne idée du nombre de dériveurs à déployer en haute mer pour assurer un taux raisonnable de retours.

Parmi les retours de cette expérience, on note quatre paires originelles de bouteilles et de cartes. Elles ont toutes été trouvées dans la baie de Fundy, depuis Yarmouth jusqu'à l'île de Grand Manan. La bouteille d'une paire a été découverte à Yarmouth et la carte, près de Digby un an plus tard. Dans le cas d'une autre paire, la bouteille avait atteint la côte de la baie de Fundy, et la carte a été trouvée dans le bassin des Mines. La bouteille de la dernière paire atteignit le bassin des Mines seulement 43 jours après mise en liberté, tandis que la carte a été récupérée à Grand Manan 8 mois plus tard. Nous n'avons trouvé que peu de différence entre les deux types de dériveurs, sauf que les cartes parcourent de plus grandes distances que les bouteilles avant d'être poussées à la rive. Il faut bien se rappeler un point : le moment du retour ne reflète que celui où le dériveur a été découvert. Il faut plusieurs retours d'une région avant de pouvoir en déduire la vitesse de dérive.

On s'attend que des retours continueront, pendant les quelques années à venir, à filtrer à l'IOB. Il est évident que ces retours progressivement plus tardifs seront de moins en moins utiles, mais les primes seront quand même payées. Il y a toujours plus de retours en été, et certains «batteurs de grève» ont assez bien réussi dans le passé, gagnant parfois jusqu'à 150 $.

Clive Mason

Les dériveurs peuvent être emmagasinés indéfiniment et sont, pour cette raison, d'accès facile et utiles dans le cas de désastres maritimes. Par exemple, quand le pétrolier *Kurdistan* se brisa en deux dans le détroit de Cabot, on déploya des dériveurs tout autour de la nappe de pétrole qui en est résultée. En analysant les retours des cartes dérivantes et avec notre connaissance générale de la circulation régionale, nous avons pu confirmer que le pétrole qui s'était échoué sur les côtes de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve provenait bien de cette source.

Un récent rapport (voir chapitre 3, «Publications», Bezanson, 1982) contient une liste de plus de 700 points de mise en liberté de dériveurs le long de la côte canadienne et un tracé de 2 700 retours consécutifs à 13 300 mises en liberté.

Atlas océanographiques

— R.A. Clarke

Roger Bélanger

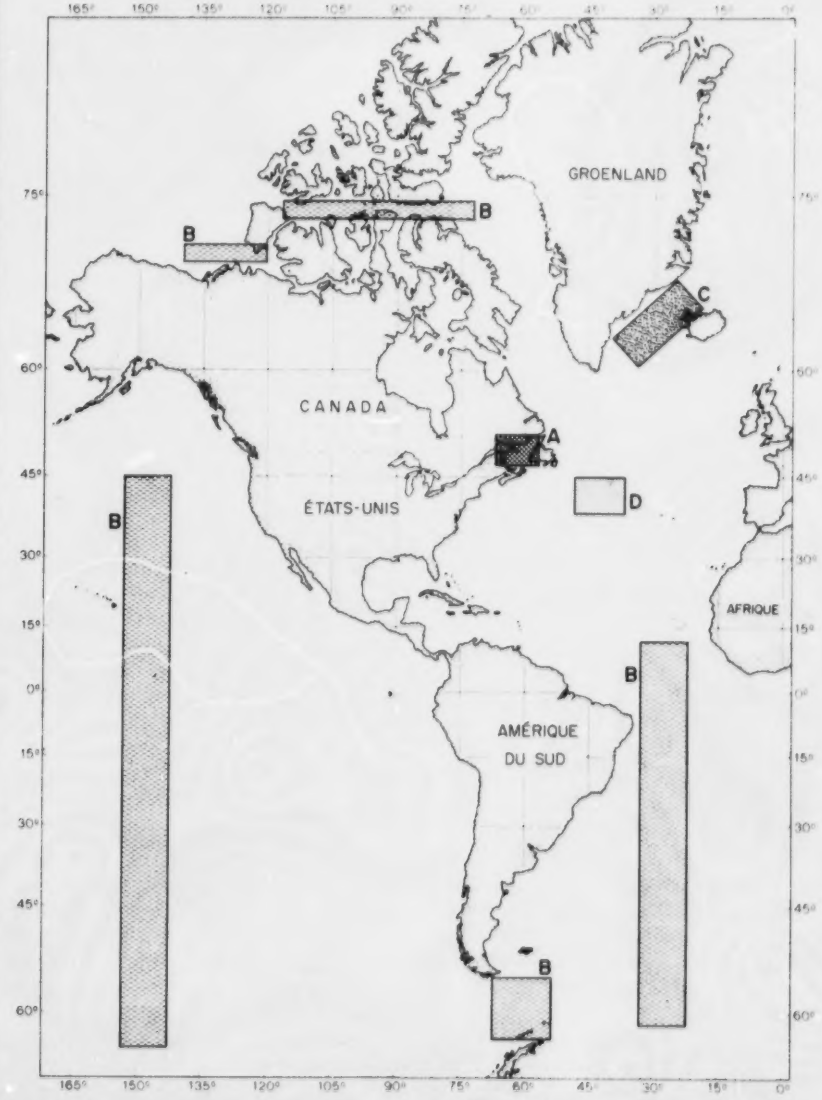
Allyn Clarke

Le besoin de cartographier les courants de surface, les températures de l'eau et la direction des vents comme aides de navigation a donné naissance à l'océanographie physique au XIX^{e} siècle. Plus tard, les observations recueillies au-dessous de la surface au cours des expéditions océanographiques classiques de la fin du XIX^{e} et du début du XX^{e} siècles furent publiées sous forme d'atlas montrant la distribution océanique de la température, de la salinité, de l'oxygène et des substances nutritives. La plupart des programmes océanographiques d'envergure des récentes années ont également produit des atlas océanographiques.

Les océanographes utilisent ces atlas pour planifier des expériences futures, s'assurer que les nouvelles séries de données sont compatibles avec les anciennes et enfin chercher des données qui serviront à vérifier des modèles des divers processus physiques ou en élaborer de nouveaux. Aux météorologues, ils servent à construire des modèles atmosphériques impliquant des échanges air-mer. Pour ce qui est des biologistes et des scientifiques halieutistes, ils consultent ces atlas quand ils comparent la distribution des espèces avec les conditions du milieu. Grâce à ces atlas, les données océanographiques sont rapidement accessibles à une grande variété d'utilisateurs qui, pour la plupart, n'ont ni le temps ni les ressources pour analyser les données brutes que contiennent actuellement diverses banques de données.

À la suite d'expéditions dans le détroit de Davis, les mers du Labrador et Irminger, et l'Atlantique nord-ouest, l'IOB a publié plusieurs atlas dans les années soixante; on les cite encore plusieurs fois par année dans les travaux publiés. Bien que d'importantes expéditions océanographiques aient été effectuées dans les années soixante-dix, il n'y a pas eu d'atlas de préparées à l'IOB, en partie parce que le personnel affecté au traitement de l'information était occupé à d'importants développements de software nécessaire à l'analyse et à la réduction des grands volumes de données recueillies par des appareils électroniques modernes. Au cours des deux dernières années, cependant, on a mis en place un programme de préparation et de publication d'atlas contenant la plus grande partie des données océanographiques receuillies pendant les années soixante-dix. En 1982/83, nous avons publié quatre atlas des observations en océanographie physique et chimique dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent; en Atlantique-sud, dans le passage Drake, et dans le Pacifique et l'Arctique canadien en 1970; dans le détroit du Danemark en 1973; et le système du Gulf Stream en 1972.

Nous publierons, dans les années à venir, des atlas contenant des séries de données recueillies dans le fjord du Saguenay, sur le plateau Scotian, dans le système du Gulf Stream et dans la mer du Labrador, complétant ainsi l'arriéré de nos anciennes séries de données. À l'avenir, nous nous proposons de publier les atlas en moins de quelques années après l'exécution du programme d'observation. Les données recueillies seront donc accessibles aux intéressés après un intervalle de temps raisonnable.



En 1982, l'IOB publiait des atlas incorporant des observations en océanographie physique et chimique dans : (a) le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent; (b) l'Atlantique sud, le passage Drake, le Pacifique et l'Arctique canadien; (c) le détroit du Danemark; et (d) le système du Gulf Stream.

Études du climat des vagues

— H.J.A. Neu et F.W. Dobson

Hans Neu

Roger Bélanger

On a connu et craint de longue date l'Atlantique nord, où sont survenues de violentes tempêtes causant le naufrage d'innombrables navires et la destruction de bien des structures et installations. Ceci est encore vrai aujourd'hui. Même notre technologie moderne ne peut résister à ses conditions extrêmes, comme l'ont démontré la perte de la plus grande plateforme d'exploration pétrolière du monde, l'*Ocean Ranger*, lors d'une tempête au large de Terre-Neuve en février 1982 et la destruction, en 1979, de la jetée de Sines, au Portugal, qui avait coûté plusieurs millions de dollars. Le problème est double. Nous ignorons la taille des plus grosses vagues susceptibles de se former dans la plupart des océans du monde et ne pouvons non plus prédire avec exactitude quel sera l'état des vagues, même 6 ou 12 heures à l'avance. Pour des pronostics effectifs, il faut des données statistiques sur les champs de vagues dans les océans pendant une période de plusieurs années. Il faut en outre comprendre comment les vagues se forment, se propagent et, éventuellement, se dissipent.

Reconnaissant ces besoins, l'IOB a mis sur pied en 1970 un programme d'étude des vagues dans les eaux côtières et sur le plateau continental de l'atlantique canadien. Plus récemment, l'étude a été élargie pour couvrir toute l'Amérique du Nord. On s'est intéressé en même temps au problème fondamental de la manière dont le vent crée des vagues et les fait croître. On a conçu et construit un appareil de surveillance des vagues mesurant simultanément leur hauteur et la pression de l'air générateur de vagues à quelques centimètres au-dessus de la surface de la mer. L'appareil a été utilisé en 1974, concurremment avec une batterie de détecteurs fixes de vagues et de pression d'air, au cours de l'expérience de la baie d'Abaco, dans les Bahamas. Les résultats de cette expérience sont maintenant incorporés dans les plus récents modèles expérimentaux de prédiction des vagues. On est actuellement à mettre au point une bouée qui suit le mouvement des vagues et qui servira à mesurer le champ de pression de l'air près de la surface. On pourra ainsi élargir nos mesures de la croissance des vagues de plus grande taille dans l'océan libre.

Sources des données sur les vagues

Par climat des vagues, on entend la description de l'état de la mer à échelles temporelles allant d'un mois à des décennies, et à échelles spatiales allant de quelques 100 kilomètres à la grandeur de l'océan. Trois sources peuvent servir à la détermination du climat des vagues : prévisions à rebours à partir d'observations sur le vent, mesures directes à l'aide d'indicateurs de hauteur de vagues et observations visuelles. La prédiction à rebours, en particulier sur de longues périodes, 10 à 20 ans, semblerait la méthode la plus rationnelle. Il n'en est toutefois pas ainsi à cause de l'imprécision des observations météorologiques. Par exemple, une erreur de 10 % dans la vitesse du vent peut causer une erreur de 21 % dans les estimations de hauteur des vagues, une erreur de 46 % dans la zone située sous le spectre, et un pic spectral de 61 % trop élevé.

Les mesures directes à l'aide d'indicateurs devraient fournir la plus grande précision, mais ces jauges sont exposées aux dangers de l'océan, et leur vie opérationnelle est de courte durée. Elles sont en outre trop dispendieuses pour être déployées en nombres suffisants pour couvrir des zones étendues. Il existe des indicateurs de direction des vagues, mais ils n'ont pas encore été prouvés à des sites tels que Hibernia, où les conditions sont rudes. Néanmoins, des jauges sont nécessaires aux fins de calibrage, de descriptions spectrales et de descriptions à court terme de l'état de la mer.

Les cartes synoptiques de vagues publiées à intervalles de 12 heures par le Centre météorologique et océanographique (METOC) à Halifax sont une importante source quantitative de données uniformes sur les vagues. Elles sont fondées sur des observations visuelles rapportées à toutes les 6 heures par les quelque 50 à 100 navires qui sillonnent l'Atlantique nord, ainsi que sur des données recueillies par instruments sur les plates-formes d'exploration pétrolière. Les analyses du METOC assurent la continuité entre les cartes consécutives de vagues et établissent la corrélation entre ces dernières et les cartes météorologiques, éliminant ainsi un biais causé par le beau temps. Ces données sont à la base de l'étude de l'IOB sur le climat des vagues; l'Institut a maintenant en dossiers une série chronologique de cartes de vagues à intervalles de 12 heures, couvrant une période de 13 ans, à commencer au 1er janvier 1970. Dans certains cas, on a pu comparer des estimations de statistiques des vagues observées visuellement et des mesures directes, et il semble que les estimations visuelles de hauteurs et de périodes de vagues significatives se situent dans des limites de 4 % des mesures directes faites à la plate-forme d'exploration *Zapata Ugland*. (La hauteur de vagues significative H_{sig} et la période significative T_{sig} désignent la hauteur et la période moyenne du tiers supérieur des vagues dans un enregistrement de ces dernières. On considère généralement la hauteur maximale des vagues H_{max} comme étant le double de celle de H_{sig}.)

Neil Oakley

Fred Dobson

Création de cartes de climat des vagues

Pour le point central de 5° × 5° de l'Atlantique nord, on a déterminé la hauteur de vagues significative observée à intervalles de 12 heures, qui a été ensuite assemblée en séries de données à plus long terme. Chacune de ces séries de données a été tracée comme «distribution de l'excédance». Presque toutes nos données en Atlantique nord correspondent à une distribution log-normale mieux, ou aussi bien, qu'à toute autre fonction de distribution statistique. Par exemple, un test chi-carré démontre que, près du site d'Hibernia, les données s'adaptent à cette distribution avec un niveau de confiance dépassant 98 %. La méthode des moindres

carrés sert à ajuster la ligne passant par ces données, qui forme la base d'une analyse plus poussée. Sa position et sa pente relatives reflètent la sévérité de l'état de la mer.

Dans la conception des structures maritimes, les ingénieurs doivent connaître, non seulement l'état normal des vagues, mais aussi les extrêmes de hauteur de vagues, périodes et direction qui peuvent se rencontrer à un site particulier. Dans bien des cas, il faudrait des observations couvrant des périodes de 50 à 100 ans, qui n'existent pas. En supposant que ces phénomènes à long terme suivent la même fonction de probabilité que les données observées, il est possible d'extrapoler la distribution ajustée, de façon à obtenir une estimation de la hauteur de vagues extrême pendant une une période quelconque.

Caractéristiques du climat des vagues dans l'Atlantique nord

On a constaté, à l'analyse des données de la première année (1970) d'étude des vagues dans les eaux canadiennes, que l'état de la mer sur le plateau continental variait selon les saisons : le niveau d'énergie mensuel en hiver est environ quatre fois plus élevé qu'en été. La hauteur de vagues maximale annuelle en 1970 a varié de 9 m dans le golfe du Maine à 19 m sur les Grandes bancs. L'extrapolation sur une période de 100 ans donne une hauteur de vagues de 30 m à la marge extérieure des Grands bancs, ce qui confirme que des vagues de 100 pieds ne sont pas seulement des histoires de marins — elles peuvent exister, en toute probabilité, à la marge extérieure des eaux canadiennes.

Au début des années soixante-dix, l'exploration pétrolière en mer du Mer subit un déclin temporaire et, en vue de forages sur le plateau Scotian et les Grands bancs, on expédia au Canada des plates-formes conçues pour des hauteurs de vagues extrêmes de 20 m. À la lumière de nos résultats, nous nous sommes sentis tenus, en 1972, d'affirmer qu'une plate-forme construite pour des vagues de 20 m pourrait résister aux intempéries sur le plateau Scotian, mais probablement pas sur les Grands bancs ou au large de la côte du Labrador.

Les conditions de vagues les moins prononcées en Atlantique nord se rencontrent le long de la côte de l'Amérique du Nord et à travers la partie méridionale de l'océan, de la Floride à l'Afrique du Nord. À partir de ces zones, et en se dirigeant vers l'est et le nord-est respectivement, la hauteur, la période et la fréquence d'incidence augmentent rapidement. L'action des vagues est prononcée dans la partie centrale de l'Atlantique nord, mais elle augmente rapidement à partir de là en direction du nord-est, les vagues les plus hautes (21 m) se rencontrant à l'ouest de l'Irlande. La fréquence des grosses vagues est de 10 à 12 fois plus élevée sur le côté européen que sur le côté américain.

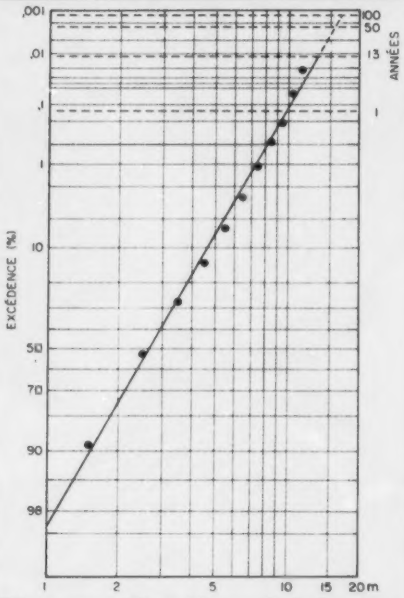
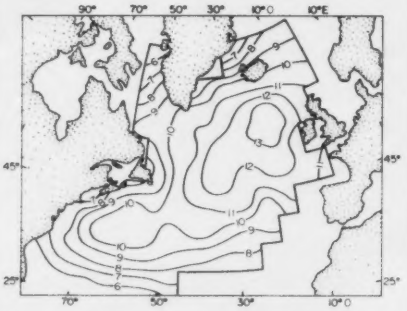
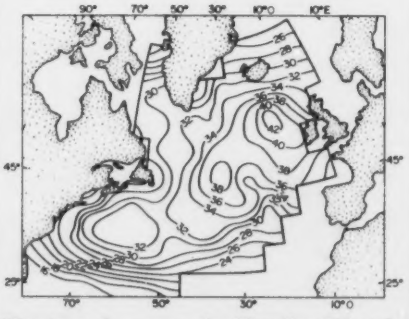


Diagramme d'excédance de la hauteur de vagues couvrant une période de 13 ans (1970-1982) et prévisions à long terme du climat des vagues au site du champs pétrolifère Hibernia.



Hauteur de vague significative (H_{sig}) la plus élevée en Atlantique nord en une année normale, déduite d'une banque de données de 13 ans (1970-1982).

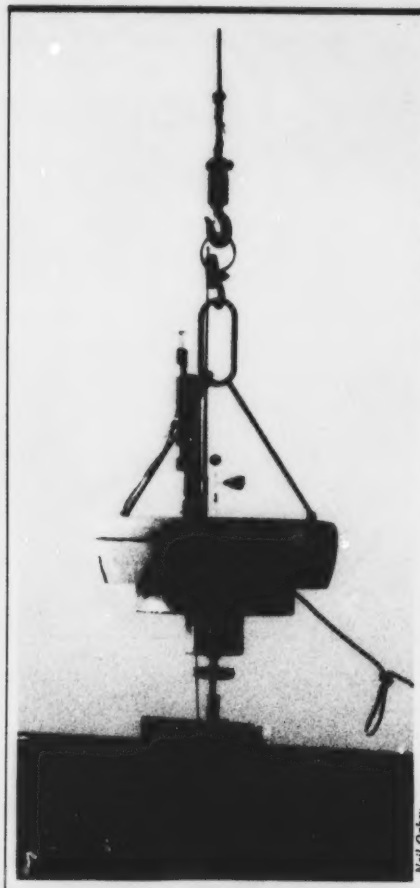


Hauteur de vague significative (H_{sig}) la plus élevée et ligne des moindes carrés.

À la suite de forages intensifiés dans les eaux canadiennes et du désastre de l'*Ocean Ranger*, l'Administration des terres pétrolifères et gazéifères du Canada, l'organisme gouvernemental responsable de la surveillance des forages en mer, exigea en 1982 une nouvelle étude du climat des vagues, fondée sur les données de 11 ans (1970-1980). Le rapport de cette étude (voir chapitre 5, Publications, Neu, H.J.A., Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 13) traite surtout des régions-clés d'exploration : l'île de Sable sur le plateau Scotian, le champ pétrolifère Hibernia sur les Grands bancs et la mer du Labrador. La H_{sig} maximale d'une année normale et les hauteurs de vagues extrapolées sur une période de 100 ans apparaissent dans les figures ci-jointes. La grande variabilité de la H_{sig} maximale annuelle nous a incités à mener une étude intérimaire qui démontra les fluctuations interannuelles à long terme (3 et 6 ans) de l'état de la mer dans l'Atlantique nord. Ces variations de hauteur pouvaient atteindre 40 %, ou être du même ordre de grandeur que celles du cycle annuel. Toute prédiction des valeurs extrêmes à long terme qui ne tient pas compte de ces fluctuations ne peut donner de résultats statistiquement fiables.

Recherche sur les mécanismes de croissance des vagues

La principale conclusion de l'expérience de la baie d'Abaco en 1974 a été une formule simple établissant la relation entre le taux de changement de l'énergie des vagues d'une part et la vitesse du vent, la période des vagues et l'angle entre le vent et les vagues d'autre part. La formule pourrait être utilisée directement dans des modèles numériques de prédiction des vagues, et les relations peuvent s'appliquer théoriquement à une gamme étendue de périodes de vagues et de vitesses de vent. Cependant, ses paramètres ont été obtenus par ajustement de données expérimentales recueillies dans une baie fermée et dans une étroite gamme de vitesses de vent et de périodes de vagues (0-20 noeuds, 1-3 s). Il faudra élargir ces études à des régimes de vents et de vagues convenant mieux aux conditions de l'océan libre. Nous avons mis au point une bouée flottant librement et munie de détecteurs capables de mesurer la hauteur et la direction des vagues, ainsi que la pression de l'air. La bouée transmet ses signaux à un navire à proximité, qui les enregistre pour analyse subséquente. Cette bouée a été déployée à deux reprises dans des essais en mer, à des vitesses de vent allant jusqu'à



Neil Oakey

Bouée-houlomètre à pression larguée du nsc *Dawson* en décembre 1982 au large de la côte de la Nouvelle-Écosse. Le disque détecteur de pression avec girouette est visible au-dessous de l'anneau oblong. Les ailettes situées au-dessous de ce dernier atténuent un tangage excessif de la bouée. À gauche du disque se trouve un aileron de queue qui maintient la bouée dans la direction du vent et une lumière qui en facilite la récupération.

30 noeuds et des périodes de vagues jusqu'à 10 s. On étudie actuellement les données produites et on espère obtenir d'ici un an ou deux des résultats qui permettront d'estimer avec plus de précision la croissance des vagues dans des conditions de haute mer.

Conclusions

Même si on s'y attendait, l'existence d'un variabilité à grande échelle et à long terme des conditions de la mer dans l'Atlantique nord est d'une importance cruciale, tant pour les ingénieurs que pour les scientifiques intéressés à l'océan. On avait prédit il n'y a pas très longtemps que la «hauteur maximale de vagues dans les prochaines 50 années» supposait un processus stationnaire — sans variabilité à des échelles temporelles dépassant celles des données analysées — mais ces prédictions sont actuellement mises en doute. Nous ignorons presque tout des statistiques de direction des vagues. Sans ces données, cependant, les ingénieurs ne peuvent que deviner et, dans un environnement aussi implacable, ceci ne suffit pas.

Les vagues et les vents qui les produisent ont un grand effet sur la circulation de l'eau dans la couche supérieure de la mer. La production de circulations verticales de «Langmuir» en est un exemple : les eaux de surface sont entraînées en profondeur, tandis que celles des profondeurs, riches en substances nutritives, montent à la surface. Des variations interannuelles du champ de vagues peuvent aussi être associées à des changements à grande échelle dans la couche supérieure de l'océan, changements qui, à leur tour, influent sur la productivité biologique, l'ampleur des circulations océaniques et le rôle de l'océan dans le transfert, vers les hautes latitudes, de la chaleur absorbée sous les tropiques. Il est urgent que l'on continue ce travail, tant afin de déterminer la gamme entière de variations à long terme du champ de vagues dans l'Atlantique nord que d'étudier la croissance des vagues en haute mer. Ceci permettra de vérifier les extrapolations fondées sur les conditions du voisinage du rivage et actuellement utilisées dans les modèles de production des vagues.

ARCHIVES

Données en océanographie physique et chimique

— D. Gregory

Roger Bélanger

Doug Gregory

Le Laboratoire océanographique de l'Atlantique maintient depuis 1981 un centre d'archives en océanographie physique et chimique. Les données sont mises à la disposition des utilisateurs qui en font la demande, et on doit leur assurer une documentation adéquate et une protection contre les pertes. On s'est particulièrement efforcé d'identifier les données d'origine industrielle ou commerciale et d'obtenir la permission de les conserver en archives. Beaucoup de ces données ont une utilité qui s'étend bien au-delà des intentions originelles de leurs collecteurs.

Parmi les banques de données conservées en archives, notons :

- 2 000 séries de courantomètres couvrant plus de 90 000 jours de données, provenant en grande partie d'amarrages sur le plateau continental ou dans son voisinage
- Données relatives aux dériveurs de surface et de fond d'une variété de dispositifs dérivants (c.-à-d. cartes flottant librement, bouteilles lestées et non lestées, dériveurs de fond, etc.). Les données se rapportent à 45 000 retours sur 240 000 mises en liberté — voir «La banque de données des dériveurs» dans le présent chapitre
- 500 séries de températures enregistrées à des amarrages côtiers autour de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau-Brunswick et de Terre-Neuve — voir «Surveillance de la température à long terme» au chapitre 1
- Paramètres chimiques standard (environ 3 500 stations, 30 000 échantillons) à divers sites dans l'Atlantique occidental, prélevés dans les 10 dernières années.

Il nous faudra bientôt classer en archives les trajectoires de dériveurs dépistés par satellites et les profils de vitesse obtenus à l'aide du profileur de courant Doppler acoustique Ametek Straza récemment acquis.

Avant de trouver place dans les archives, toutes les données et documentation de soutien sont examinées afin d'y détecter des erreurs et contradictions évidentes. Il est possible qu'à mesure que les données seront analysées à des fins particulières, d'autres erreurs plus subtiles apparaîtront. Les archives sont donc continuellement corrigées et mises à jour. Il restera quand même des erreurs, et c'est pourquoi nous sommes en train de réexaminer toutes les banques de données provenant à la fois des dériveurs de surface et de fond, et des courantomètres. Nous améliorerons également les banques de don-

nées des thermographes et des analyses chimiques.

La majorité des données mises en archives proviennent de programmes réalisés sur le terrain par l'IOB pendant les 20 dernières années. Récemment, un grand nombre de courantomètres ont été déployés en vue d'études menées par l'industrie pétrolière au large. Un grand nombre de ces données nous ont été transmises, pour introduction dans les archives, en provenance de l'Arctique oriental (EAMES), du plateau du Labrador (Petro-Canada), du plateau de Terre-Neuve (Mobile Oil) et du plateau Scotian (Shell Oil).

Le personnel de l'IOB est le principal utilisateur des archives, mais des experts-conseils scientifiques et ingénieurs y font de plus en plus appel dans la poursuite d'études en rapport avec les développements en haute mer. Ils demandent parfois des séries complètes de données, mais le plus souvent, ce sont des résumés graphiques ou statistiques. Il en est de même du Service hydrographique du Canada, qui a un besoin permanent de données sur la vitesse des courants de surface à être portées sur les cartes nautiques.

Comme illustration de la valuer des archives, on peut mentionner deux nouveaux projets de recherche au Laboratoire océanographique de l'Atlantique, projets qui, au début, dépendront exlusivement des données historiques des courantomètres. Le premier est une étude de la circulation de surface dans la baie Baffin et les eaux du voisinage, une région potentiellement importante dans le transport des hydrocarbures. Une série de données assez considérable extraite des archives a fourni l'information de base nécessaire à la planification des futurs programmes sur le terrain. De cette façon, bien des mesures préliminaires exigeant beaucoup de temps et d'argent, et qui doivent normalement précéder la conception d'un programme de recherche majeur, ont pu ainsi être éliminées.

Un autre important programme est l'étude de la circulation engendrée par la poussée des vents à la surface sur les Grands bancs de Terre-Neuve. Il est important de connaître cette circulation car elle nous renseigne sur la dérive des icebergs et aide au design des plates-formes de forage qui peuvent être utilisées dans la région. Le premier objectif de l'étude est d'élaborer un modèle analytique ou numérique de la circulation. Les données historiques de courantomètres, fournies en grande partie par Mobil Oil, mais complétées par celles de l'IOB, serviront à produire une distribution à grande échelle de la vitesse sur les Grands bancs. Combinée aux données météorologiques de la même période, la banque de données entière sera utilisée pour vérifier la précision des différents modèles testés.

Conservation du matériel d'échantillons géologiques

— A.G. Sherin et K. Rideout

Les spécialistes des sciences de la terre à l'IOB commencèrent en 1962-63 à recueillir des sédiments géologiques marins. Le premier matériel recueilli provenait des régions lointaines de l'Archipel arctique, de la mer du Prince-Gustave-Adolphe, de l'île du Prince-Patrick et du détroit de McClure. Pour certaines de ces régions, ce sont encore les seules séries que l'on possède.

La collection d'échantillons de sédiments de l'IOB comprend environ 3 200 échantillons de la surface du fond de la mer, 3 600 coupes de carottes de sédiments non consolidés, 50 échantillons de carottes de forage, des échantillons d'eau et du matériel d'échantillons traités. On recueille des échantillons dans des régions comprises entre moins de 450 km du pôle Nord et aussi loin au sud que le plateau continental du Sénégal et la côte du Pérou. La profondeur des collections peut varier de 5 500 m dans la plaine abyssale de Sohm, dans l'Atlantique, à des endroits situés au-dessus de la limite de marée haute à Martinique Beach (Nouvelle-Écosse). Le plus grand nombre d'échantillons provient des régions hauturières de l'est du Canada et de l'Arctique, y compris une volumineuse série d'échantillons de surface recueillis en 1965 dans la baie d'Hudson.

La collection d'échantillons est une opération dispendieuse, et les coûts augmentent chaque année. Par exemple, la marche d'un navire de recherche d'une certaine taille coûte 25 000 $ par jour, alors qu'un hélicoptère coûte environ 400 $ l'heure. S'il fallait collectionner de nouveau tout le matériel accumulé depuis 1963, il en coûterait plusieurs dizaines de millions de dollars. Ces chiffres ne reflètent toutefois pas la valeur scientifique du matériel, qui dépasse de beaucoup les coûts de remplacement, car on ne peut réellement remplacer un échantillon. C'est le cas, par exemple, d'un échantillon sur lequel un chercheur a mis au point une biostratigraphie détaillée en vue d'études paléoclimatiques ou paléoécologiques, et qui a été largement utilisé par d'autres chercheurs. Des échantillons prélevés dans un but particulier peuvent souvent servir subséquemment à d'autres fins. Par exemple, le sable recueilli en vue d'analyses géochimiques peut être utile dans la compilation de cartes de la géologie de surface, dans l'évaluation du potentiel minéral d'une région du large, ou possiblement dans l'évaluation de la région d'où provient le sable comme source de matière première de production de verre.

On a recueilli récemment une série d'échantillons de carottiers et de bennes dans dix fjords de l'île Baffin. Les conditions sédimentologiques uniques de ces fjords, où les taux de sédimentation sont élevés, permettent aux scientifiques d'étudier les sédiments plus en détail qu'ils ne pourraient le faire sur des échantillons prélevés à plusieurs autres endroits de l'océan. Ils peuvent ainsi en déduire les conditions paléoclimatiques.

En 1975, une série de carottes de sédiments non consolidés a été recueillie par le nsc *Hudson* dans les profondeurs de la mer du Labrador et le long de la pente du Groenland. On voulait étudier l'histoire du paléoclimat et de la glaciation de la mer du Labrador et élargir aux eaux septentrionales la portée du projet CLIMAP en paléoocéanographie quantitative. Au cours de cette expédition de 170 jours, on a réussi à prélever 62 carottes par carrotier à piston, sur lesquelles on a examiné par la suite les foraminifères, radiolaires et diatomées : ces données permettent d'estimer les températures de l'océan ancien.

Le Centre géoscientifique de l'Atlantique, par l'intermédiaire de sa Sous-division de soutien des programmes, conserve, catalogue et publie des index d'échantillons géologiques marins. Ces derniers sont recueillis par les scientifiques du Centre, ceux d'autres laboratoires de l'IOB, de l'Université Dalhousie et autres universités des Maritimes, ainsi que par des sociétés d'experts-conseils et d'exploration.

Le processus de conservation a pour objectif le contrôle de la qualité du matériel échantillonné, que l'on maintient autant que possible dans sa condition originelle. Avant d'introduire les échantillons dans le système de conservation, on y ajoute une information standard : numéro de l'expédition, numéro de l'échantillon, latitude et longitude, position géographique et nom du scientifique principal. Par la suite, l'information peut être plus diversifiée quand l'exige l'identification de chaque échantillon.

Il existe pour les échantillons traités entreposés dans des boîtes de grandeur uni-

forme un inventaire de boîtes. Chaque boîte porte un numéro propre, qui est consigné dans un fichier d'ordinateur, en même temps que l'information standard. À l'avenir, ce fichier sera élargi de façon à inclure une liste de tous les numéros d'échantillons contenus dans chaque boîte. Les échantillons de bennes sont entreposés dans des seaux de plastique portant les numéros de l'expédition et de l'échantillon, alors que les volumineux échantillons dragués sont entreposés dans des caisses numérotées. Comme on est à court d'espace, on étudie actuellement d'autres méthodes d'entreposage des échantillons de bennes et de dragues. Les carottes sont conservées en entrepôt à froid.

Afin de s'assurer que le catalogage, l'entreposage, le sous-échantillonnage et l'enlèvement du matériel des échantillons sont uniformes, on procède en plusieurs étapes. Un journal standard de l'historique des carottes enregistre avec soin l'information à toutes les étapes de la collection, du transport et de l'entreposage. Un historique précis de la carotte est consigné sur formulaires standard, ainsi que sur des formulaires de sous-échantillonnage, de séparation et de vérification non destructrice. Les politiques touchant l'information, ainsi que les fiches et formulaires associés, font partie d'un dossier de référence préparé à l'intention du scientifique principal pour chaque expédition. Finalement, les données sur tous les échantillons sont organisées en un système de fichiers pour référence ou mise à jour. Il se fait aussi un travail continu dans le but de grouper l'information touchant les échantillons recueillis avant la mise en place du protocole décrit plus haut.

Informatisation des publications palynologiques

— M.S. Barss

Sedley Barss

Le Projet de recherche sur l'informatisation palynologique de Kremp a été organisé en 1968 sous le patronage de quatre industries, dans le but de compiler l'incidence stratigraphique et géographique des palynomorphes dans la littérature palynologique du pré-Pléistocène. Le projet s'est développé et comprend maintenant neuf patrons industriels, en plus de la commission géologique du Canada du MEMR. Il est guidé par un comité directeur composé d'un représentant de chaque patron et du Dr Gerhard O.W. Kremp, directeur de la recherche et initiateur du projet.

Les incidences stratigraphiques et géographiques des palynomorphes signalés dans 10 200 travaux publiés avaient été compilées à la fin de 1982. Chaque patron organise les données dans des fichiers répondant à leurs besoins individuels. Le Dr Kremp et son personnel à Tusco, en Arizona, préparent le résumé analytique des nombreuses publications. Les 8 000 premières ont été poinçonnées entre 1968 et 1979 par les huit premiers patrons (1 000 chacun), alors que les publications subséquentes ont été traitées par le Dr Kremp.

La Commission géologique du Canada s'est jointe au consortium en 1974 et a introduit le fichier de recherche dans le système 2000 du Centre d'ordinatique du MEMR, à Ottawa, ce qui facilite l'extraction depuis des bureaux à Ottawa, Calgary et Dartmouth.

Dans la préparation des résumés analytiques et la perforation des 8 000 premières publications, il s'est glissé de nombreuses contradictions et erreurs de données. C'est pourquoi, en 1980, les palynologues du Centre géoscientifique de l'Atlantique, aidés par les préposés à l'informatique de l'IOB, ont modifié le système d'extraction et préparé un programme machine afin de corriger et vérifier toutes les données perforées jusqu'à cette date, et examiner soigneusement toutes nouvelles entrées. Ce sont en grande partie des experts-conseils de l'extérieur qui ont préparé à forfait ce programme machine de modification et de vérification. Une fois le software complété, 9 700 publications ont été vérifiées en l'espace de 15 mois. Avec l'aide de la société Union Oil de Californie, un des patrons, un ruban contenant 9 700 publications «propres» a été transmis à tous les autres patrons. Au cours du processus de nettoyage, on a préparé des dictionnaires d'auteurs contenant également des données sur les âges absolus et les sites hiérarchiques des palynomorphes. On prépare actuellement un dictionnaire des espèces.

Le fichier contient les données suivantes : auteur, année de publication, titre de l'article, périodique, y compris volume et numéro, figures, planches, pages, etc., noms des taxa, y compris notes (c.-à-d. espèces nouvelles, noms corrigés, etc.), ainsi que la localité et l'âge de chaque taxon cité. Le fichier comprend environ 70 000 taxa de spores, pollens, dinoflagellés, acritarches, chitinozoaires et spores fungiques, représentant la plus grande partie de la littérature du pré-Pléistocène du monde traitant de ces groupes fossiles.

L'extraction de l'information du système varie selon les besoins du palynologue : ce peut être sur un point particulier ou sur une combinaison de plusieurs taxa d'incidences stratigraphiques spécifiques, dans une région limitée. Une récente requête d'extraction comportait les références bibliographiques d'un groupe de 226 espèces appartenant à 25 genres. L'opération prit 395 secondes sur l'unité de traitement centrale de l'ordinateur. Un tel travail, fait à la main, aurait nécessité environ six mois-hommes.

Grâce à cette banque de données, le palynologue peut maintenant effectuer ses recherches bibliographiques tout en poursuivant ses études sur la taxonomie, l'exploration des hydrocarbures, les problèmes stratigraphiques, etc. Le consortium décida en 1982 de mettre cet outil à la disposition de tous les palynologues. Un constructeur d'ordinateurs fournira les installations moyennant redevance par l'utilisateur.

N'importe quel groupe de paléontologues qui désire mettre sur pied une banque de données de ce genre dans son domaine particulier peut utiliser le programme mis au point par le Centre géoscientifique de l'Atlantique.

EAMES : les archives de l'Arctique

— G. Seibert

Le Programme d'études sur le milieu marin de l'est de l'Arctique (EAMES) a engendré une des plus grandes collections de données biophysiques nouvelles sur un environnement septentrional éloigné. Le programme a été réalisé entre 1976 et 1980 à l'île Baffin et dans le détroit de Lancaster, une région pétrolifère prometteuse. Le programme avait comme obectifs premiers : recueillir, assembler et interpréter les données nécessaires à une évaluation environnementale (EARP, voir chapitre 4); fournir des données sur lesquelles fonder les mesures de circonstances en cas de déversement accidentels de pétrole; mieux comprendre les facteurs pouvant influencer le rendement et la sécurité des opérations de forgae.

Les données océanographiques placées en archives sont limitées à celles recueillies pendant l'été 1978, l'hiver 1978-79 et l'été 1979. Ce sont :

— séries chronologiques de mesures de courants, de températures et de salinités sous la surface par courantomètres amarrés
— profils verticaux de cisaillement des courants
— positions géographiques de bouées dérivantes de surface et d'icebergs dépistés par satellites
— positions géographiques d'icebergs obtenues de stations de dépistage radar à terre
— séries chronologiques de mesures des fluctuations du niveau de l'eau obtenues à l'aide de marégraphes à pression submergés
— télédétection du type et de l'envergure de la couverture de glace
— données météorologiques auxiliaires, telles que vents à la surface, pression atmosphérique, type de nuages et nébulosité, et température de l'air.

Les courants sous la surface ont été mesurés à 14 sites pendant l'été 1978, à 18 pendant l'été 1979 et à 5 pendant l'hiver 1978-79. Les mesures ont été prises à intervalles de 10 minutes en été et d'une heure en hiver, à l'aide d'un courantomètre Aanderaa, modèle RCM-4, déployé à des profondeurs d'environ 35, 125, 250, 500 et 750 m. À cause des variations de bathymétrie, seule la profondeur de 35 m a été échantillonnée à tous les sites; les autres courantomètres ont été installés à différentes profondeurs selon l'endroit, chaque amarrage étant muni de deux à cinq appareils.

Avant de classer les données en archives, il faut les débarrasser de certaines erreurs systématiques et accidentelles. Il est généralement possible d'introduire des corrections d'erreurs chronologiques causées par trop ou trop peu de cycles de données. Les perturbations magnétiques agissant sur les compas sont la principale source d'erreur dans les mesures de direction. Au sud, ces perturbations sont négligeables relativement à la force horizontale du champ magnétique terrestre. Par contre, dans l'Arctique, surtout au voisinage du pôle magnétique, elles introduisent un biais qu'il n'est pas facile d'éliminer lors de l'analyse. Il est possible de corriger les erreurs résultant du mouvement des amarrages, si les courants et la pression ont été mesurés avec une résolution verticale adéquate.

En 1978, on a obtenu 193 profils de CTP à 85 stations et, en 1979, une augmentation à 328 profils à 144 stations. Les stations ont été concentrées en 1979 près de l'entrée du détroit de Lancaster. Le CTP numérique Guildline utilisé dans ces observations, bien qu'un appareil ordinairement fiable, a rencontré plusieurs difficultés, dont certaines ont pu être corrigées plus tard, au moment de l'analyse. Le calibrage de la température, de la conductivité et des détecteurs de pression contre les échantillons des bouteilles a permis de corriger et de tenir compte de la dérive à long terme des détecteurs, alors que les problèmes de bruit (chutes de signaux électroniques) ont été partiellement résolus par lissage numérique des profils.

Bien que les données de l'EAMES aient été recueillies à des fins limitées : fournir une information en vue d'évaluations environnementales, mesures de circonstance dans le cas de déversements de pétrole et design de paramètres, les scientifiques constateront que ces données sont une ressource de valeur pour la formulation de programmes de recherche orientés-processus sur la physique de la glace, la circulation et la climatologie.

Forages sur la côte est et WELLSYS

— G.L. Williams

La recherche du pétrole et du gaz au large de la côte est du Canada commença officiellement en 1966 au moment où l'American Oil Company (alors Pan American Petroleum Corporation) et Imperial Oil Company forèrent les premiers puits sur les Grands bancs. Bien que ces puits — Tors Cove D-52 et Grand Falls H-08 — aient été décevants, l'intérêt s'est quand même maintenu.

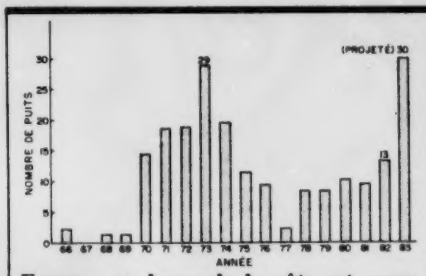
Un an plus tard, Mobil Oil commençait à explorer le plateau Scotian avec le forage du puits C-67 de l'île de Sable. Ce puits de 4 606 m indiqua une section de réservoir très prometteuse, avec signes de pétrole et de gaz. Cette découverte donna une forte impulsion aux forages futurs.

Depuis 1967, le nombre de puits forés annuellement a beaucoup varié. Il atteignait un pic de 29 en 1974, suivi d'un creux de seulement 2 en 1977. La profondeur totale annuelle forée, un indicateur plus précis de l'activité de forage, a suivi le même schéma. Ce ralentissement en 1977 reflèta en partie les résultats décevants et en partie une situation politique difficile. Heureusement pour l'exploration au large, la situation s'est améliorée l'année suivante.

Deux découvertes dramatiques en 1979 garantirent le succès : le puits Hibernia P-15 dans le bassin de l'est de Terre-Neuve et le puits Venture D-23 sur le plateau Scotian. Au cours d'essais, Hibernia P-15 a produit plus de 11 000 barils par jour et on a estimé sa capacité de production quotidienne à 20 000 barils. C'était là la première découverte de pétrole dans les eaux du large de l'est canadien. Des forages subséquents ont confirmé qu'Hibernia était un champ pétrolifère géant, avec réserves récupérables d'environ 1,8 milliards de barils. D'autres formations explorées dans ce même bassin contiennent aussi du pétrole et peuvent être en production dès la prochaine décennie.

Venture D-23 a été une découverte de gaz majeure et a donné une nouvelle impulsion à une exploration languissante sur le plateau Scotian. Au cours des années 1967-1978, les résultants encourageants ont alterné avec les échecs dans les forages à cet endroit.

En 1971, le *Halifax Herald* proclamait à la une «Its Oil». Les manchettes reposaient sur les résultats d'essais du puits E-48 de l'île de Sable. Ce premier puits à l'est de l'île de Sable s'est avéré le meilleur; les autres ont été d'amères déceptions. Dans les années subséquentes, on a fait plusieurs importantes découvertes de gaz, avec des puits tels que Primrose



Forages au large de la côte est canadienne (total = 173).

N-50, Thebaud P-84 et Citnalta I-59, mais sans qu'aucun soit assez important pour justifier le développement. C'est alors que survint Venture D-23, qui, avec une production dépassant 2 millions de mètres cubes de gaz par jour au cours des essais, pouvait être exploité. D'autres puits forés dans la même formation ont confirmé l'ampleur du champ Venture. Comme résultat, Mobil Oil a préparé des plans de production. La découverte de Venture a ouvert un nouveau jeu sur le plateau Scotian : l'exploration gazière dans les zones surpressurisées. Ce succès a été confirmé par des forages dans des structures identiques, tels que ceux de South Venture et Olympia, et il semble bien que le plateau Scotian sera un important producteur de gaz.

Les découvertes de Venture et Hibernia ont eu de fortes répercussions sur les forages en mer. On prévoit en 1983 le forage de 30 puits, représentant un métrage projeté de 120 000 m. À la fin de 1983, le total cumulatif sera d'environ 202 puits et le métrage estimé à 711 248 m. On peut se demander où sont conservés tous les échantillons de puits, et comment les données techniques, géographiques et géologiques sont-elles stockées de façon à être facilement récupérables?

Le gouvernement fédéral a toujours surveillé de près les forages au large et s'est assuré que les données recueillies étaient du domaine public. L'Administration des terres pétrolifères et gazéifères du Canada (COGLA) est la branche du ministère de l'Énergie, des Mines et de Ressources chargée de l'application des règlements. Cet organisme contrôle et surveille les forages au large et conserve les rapports et les échantillons.

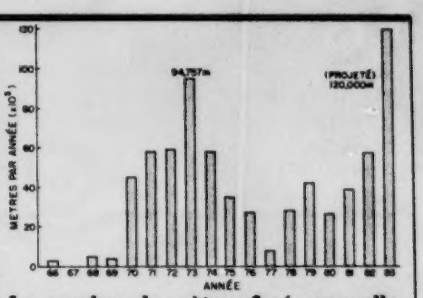
Actuellement, les échantillons provenant des puits de la côte est sont conservés à l'IOB. Ce peut être des échantillons de coupes, des carottes de parois latérales ou encore des carottes conventionnelles. La Subdivision de géologie pétrolière — secteur de l'est — au Centre géoscientifique de l'Atlantique poursuit des études biostratigraphiques et lithostratigraphiques spécialisées sur les échantillons de puits. Une fois la période confidentielle expirée, le public peut examiner tous les rapports des sociétés, les échantillons et le matériel traité. Dans le cas de puits exploratoires, cette période est de 2 ans, mais elle n'est que de 90 jours dans le cas d'un puits foré en vue du développement.

Les forages intensifiés de ces dernières années ont eu comme résultat d'importantes augmentations du volume de données sur les puits. Ce qui a incité les scientifiques et les analystes de systèmes du Centre géoscientifique de l'Atlantique à mettre au point WELLSYS, un dossier machine sur tous les puits forés au large de la côte est. Le système de gestion des données utilisé pour WELLSYS est le système familier 2000.

WELLSYS a débuté en 1981. Les rapports sur l'historique d'environ 140 puits ont été résumés et introduits dans la banque de données. On ajouta à ceci les rapports internes, non confidentiels, préparés par les scientifiques de la Subdivision de géologie pétrolière de l'est. Ces rapports incluent les études lithostratigraphiques, biostratigraphiques et de maturation (pouvoir réflecteur de la vitrinite et kérogène visuel) menées durant la dernière décennie. Avant WELLSYS, il aurait fallu beaucoup de temps pour comparer toutes ces données, et la chose eut été peu pratique.

La banque de données WELLSYS doit être continuellement mise à jour et élargie pour aller de pair avec les nouveaux forages. Depuis 1981, on a introduit dans la banque des données sur 35 puits supplémentaires, ainsi que les résultats d'analyses de pétrole, de gaz et de produits de condensation, y compris toute l'information publiée sur les puits Hibernia et Venture. On est maintenant en mesure d'introduire dans le système les données extraites d'articles scientifiques sur la géologie de la couche inférieure du large de la côte est du Canada. L'information pertinente sera résumée et introduite au cours des quelques prochaines années.

La plate-forme de forage *Zapata Scotian* remorquée hors du port de Halifax.



Le nombre de mètres forés annuellement est le meilleur indicateur de l'activité pétrolière. À noter que les projections élevées pour 1983 résultent des découvertes de Venture et de Hibernia.

WELLSYS contient trois classes d'information. La première est une information de base, telle que données sur la géographie et l'ingénierie. La seconde, une information interprétative, fondée sur des études scientifiques. Comme exemples, notons la lithostratigraphie et la biostratigraphie. Enfin, la troisième classe est un index de citations. Cet index inclut toutes les publications contenant des données sur les puits et est un outil de grande valeur pour les études subséquentes.

Que peut-on retirer, vous et moi, de WELLSYS? Il apportera des réponses à des questions telles que : quels puits ont été forés sur le plateau Scotian? quels puits ont été forés, et à quelles profondeurs, sur le plateau du Labrador? quels sont les puits qui ont été forés à des profondeurs d'eau dépassant 1 000 m? Le système permettra également le rassemblement et la comparaison des données géologiques. Sans WELLSYS, il faudrait consacrer plusieurs jours à la compilation d'une liste de tous les puits, y compris les métrages, dans lesquels a été observée la formation Wyandot. Ou encore, on peut trouver les endroits où se trouvent les niveaux de maturation les plus élevés sur le plateau Scotian et où une zone particulière se rencontre régulièrement. WELLSYS peut faciliter les études sur l'évolution des bassins et servir de stimulant à la production de modèles de maturation de marges passives.

WELLSYS n'est pas seulement un outil

de recherche. Il peut répondre à des questions des gestionnaires sur le potentiel des ressources. Il peut aider les organismes investis d'un pouvoir de réglementation en fournissant des données sur les essais, la corrélation d'horizons de réservoirs connus et des comparaisons de divers indicateurs de maturation. Il peut également répondre aux questions des géologues des sociétés pétrolières, questions qui nécessitent actuellement des recherches laborieuses. Il peut aussi aider les chercheurs universitaires désirant des renseignements sur la géologie des couches profondes. Enfin, il aidera le profane qui veut se renseigner sur ce qui se passe au large.

CHAPITRE 3

Dessin d'instruments de collecte des données

Les positions exactes et les données numériques doivent aujourd'hui atteindre un degré de précision inimaginable il y à peine quelques décennies. C'est pourquoi toutes nos activités à l'IOB sont caractérisées par une recherche constante de nouvelles techniques. Dans certains cas, il est préférable de mettre au point des instruments et des techniques à l'Institute même, qui sont ensuite fabriqués commercialement par l'industrie canadienne. Dans d'autres cas, le projet est confié dès le début à des groupes extérieurs, à forfait. Nous examinons dans le présent chapitre plusieurs nouveaux appareils développés par l'un ou l'autre des chenaux. Nous espérons que ce compte rendu convaincra le lecteur que la technologie de pointe appliquée au matériel doit être un concept dynamique plutôt que statique. Si l'on veut contribuer le mieux possible à la description et à la compréhension de l'océan, on ne peut plus dépendre simplement d'appareils de collection de données fabriqués en série ou livrés «clé en main».

Un seul organisme, quel qu'il soit, ne peut prétendre à la suprématie sur toute la gamme du matériel. Cependant, l'IOB a toujours considéré la découverte de techniques nouvelles comme aspect dominant de son rôle, et on lui a toujours accordé les ressources nécessaires à la réalisation de cet objectif. Nous espérons que les quelques exemples présentés dans ce chapitre donneront au lecteur une idée des innovations de l'IOB et démontreront que des ressources de plus en plus raréfiées ne sont pas gaspillées par suite d'une dépendance d'instruments inadéquats en mer.

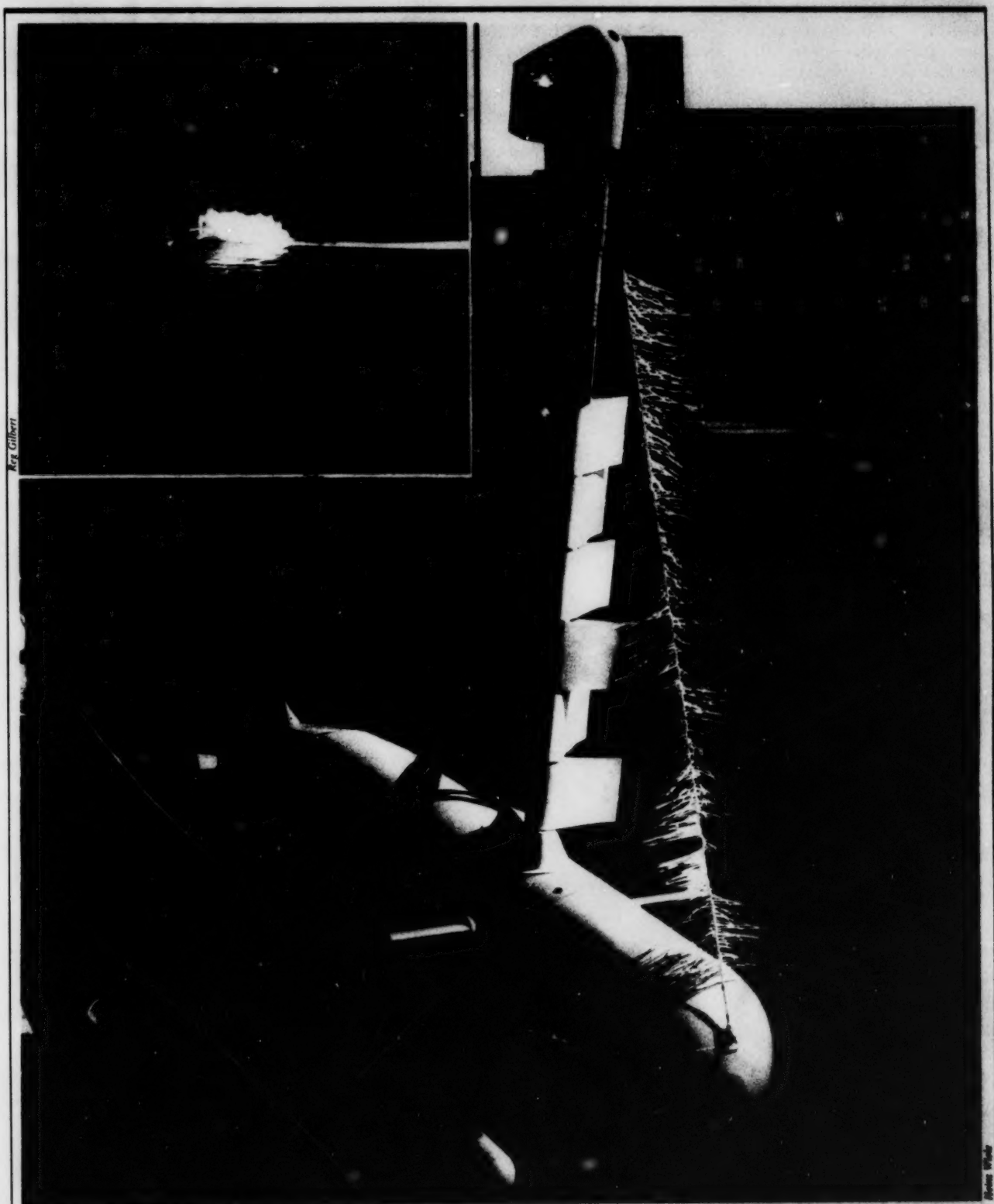
DOLPHIN et ARCS

— A.J. Kerr

DOLPHIN et ARCS sont deux véhicules-robots mis au point et construits sous contrat accordé par l'IOB à International Submarine Engineering Ltd., de Port Moody (C.-B.). Construits tous deux en vue d'une plus grande efficacité des levés hydrographiques, ces véhicules ont tout de même des caractéristiques assez différentes.

DOLPHIN (*Deep Ocean Logging Profiler Hydrographic Instrumentation and Navigation*) est conçu en vue de travaux sur la marge continentale de l'Atlantique canadien. Cette marge est parmi l'une des plus étendues du monde : elle doit être étudiée systématiquement, non seulement pour la navigation, mais aussi pour la planification des voies de transport des ressources pétrolières vers la côte et les besoins des pêcheurs. Actuellement, on étudie cette zone à l'aide de profils parallèles, transversalement à la marge, à des intervalles de 8 à 32 km, avec un grand navire, dont les coûts d'opération sont élevés. Dans le cas des DOLPHIN, toutefois, plusieurs véhicules-robots peuvent être munis d'écho-sondeurs et parcourir des tracés parallèles à ceux d'un grand navire. On peut de cette façon cartographier une grande étendue du fond de la mer avec un seul passage du navire.

Ces robots mesurent 7 m de long, ont la forme d'une torpille et sont munis d'un schnorchel qui perce à la surface de l'eau. Ce dernier fournit au moteur diesel qui actionne chaque véhicule l'air nécessaire à la combustion. Afin de surmonter le problème du mouvement des vagues dans les sondages par grosse mer, les DOLPHIN font route à 2 ou 3 m de profondeur, et sont guidés par radio depuis le navire-mère. La résistance hydrodynamique à la propul-



Reg Gilbert

Reuss Wicke

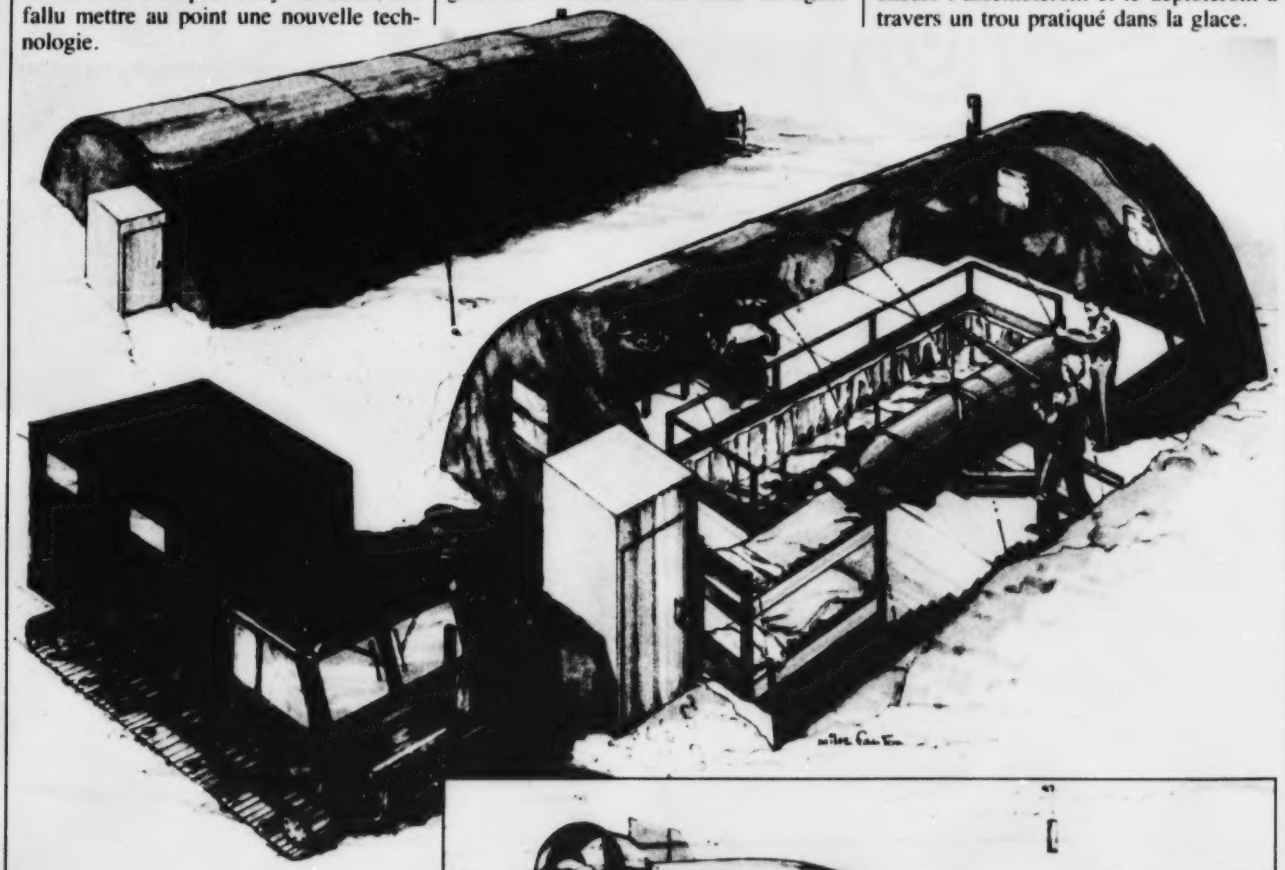
En conduisant jusqu'à six véhicules DOLPHIN contrôlés par radio et munis d'écho-sondeurs sur des courses parallèles à celle d'un grand navire de levé, les hydrographes peuvent cartographier une superficie du fond de la mer beaucoup plus étendue qu'ils ne le pouvaient avec les méthodes traditionnelles. Les DOLPHIN mesurent chacun 7 m de longueur et peuvent se déplacer à une profondeur allant jusqu'à 4 m à des vitesses de 14 à 15 noeuds. Ces appareils facilitèrent beaucoup le travail, par le Service hydrographique du Canada, de cartographie de la marge continentale étendue du Canada.

sion, sous l'eau, de vaisseaux d'une telle longueur et à des vitesses allant jusqu'à 14 noeuds a probablement été le plus grand obstacle à surmonter dans la construction de DOLPHIN.

ARCS (*Autonomous Remote Controlled System* = Système télécommandé autonome) est conçu pour servir dans l'Arctique, où la mer est couverte de glace la plus grande partie ou tout au long de l'année, dont l'épaisseur est communément de 2,5 m. On a découvert dans ces régions d'importants dépôts d'hydrocarbures, qui pourraient être exportés par navires ou par pipe-lines. Comme aucun navire hydrographique ni même les brise-glaces de la Garde côtière ne peuvent y travailler, il a fallu mettre au point une nouvelle technologie.

Les méthodes actuelles d'écho-sondage à travers la glace ne peuvent faire des mesures qu'à des points séparés. Par ailleurs, il faut des profils continus si l'on veut décrire exactement la topographie du fond de la mer. Des sous-marins nucléaires naviguant sous la glace pourraient recueillir ces profils, mais les coûts en seraient très élevés. L'Université de Washington a mis au point une méthode plus économique, soit un véhicule télécommandé et introduit par une ouverture pratiquée dans la glace capable de mesurer la topographie du plancher de la mer. À la lumière de cette expérience, le véhicule ARCS sera déployé de la même manière à travers la glace et couvrira environ 8 km^2 en lignes parallèles. Un système acoustique permettra de mettre en place et de contrôler le véhicule et de surveiller les données qu'il transmettra. ARCS sera actionné par moteur électrique alimenté par batteries nickel-cadmium et sera, de ce fait, beaucoup plus lent que DOLPHIN.

Dans la mise au point du système, la transmission des signaux sonores qui dirigeront et contrôleront ARCS est le facteur-clé. Cette transmission sera probablement très difficile puisque les signaux seront dispersés lorsque réfléchis à la surface irrégulière de la glace. Le véhicule sera transporté par aéronef en plusieurs sections au site de levés. Les chercheurs l'assembleront et le déploieront à travers un trou pratiqué dans la glace.



(Dessins de Miles Fenton.)

Le véhicule ARCS permet d'obtenir des profils d'écho-sondeurs continus du fond d'une mer recouverte de glace. Transporté en plusieurs sections par aéronef sur le site de levé, le véhicule sera assemblé sur place et abaissé à travers un orifice pratiqué dans la glace, tel qu'illustré ci-dessus. Une fois sous la glace, ARCS sera commandé de la surface à l'aide d'un système acoustique qui, en outre, le guidera suivant un schéma de levé parallèle sur une superficie d'environ 8 km^2.

Seabed II

— G.B. Fader

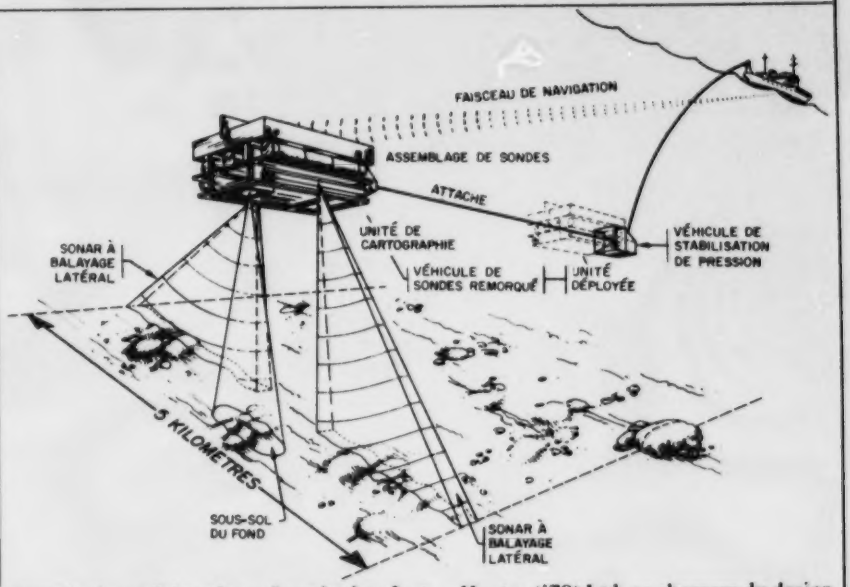
Gordon Fader

Des corps remorqués ont été conçus en vue de porter un matériel électronique sophistiqué de catographie du plancher de la mer et de collection de données sur les couches sous-jacentes. Le corps remorqué Seabed I, mis au point par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources et Huntec ('70) Ltd. de Toronto, a été le premier appareil de télédétection acoustique utilisé dans l'analyse des sédiments du fond de la mer. L'appareil donne des profils à haute résolution sismique du fond, ainsi que des couches sous-jacentes, et une information sur les caractéristiques des sédiments. Le système peut fonctionner à des profondeurs allant jusqu'à 300 m, et on l'utilise actuellement de façon routinière dans des études géologiques, géophysiques et d'ingénierie du fond de la mer.

Seabed II fait partie d'un projet dont l'objectif est de produire une nouvelle génération de submersibles à rayon d'action, tant verticale qu'horizontale, plus grand que celui de Seabed I. Seabed II permettra aux spécialistes de la géologie marine d'étudier des régions plus profondes du plateau continental, de la pente continentale et des profondeurs océaniques.

Seabed II sera muni d'un sonar à balayage latéral capable de mesurer les caractéristiques du fond à des distances allant jusqu'à 2,5 km de chaque côté du corps remorqué. Un «boomer» émettra des signaux acoustiques directement vers le fond et renseignera sur les caractéristiques des sédiments. Un système de dépistage déterminera la position du corps remorqué par rapport au navire, afin de s'assurer de la précision des lectures. Une fois le corps dans l'eau, un système de treuil permettra à la section de Seabed II portant les instruments de se séparer d'environ 90 m de la section avant lestée. Cette disposition en deux sections aidera le corps remorqué à maintenir une bonne orientation et donnera une stabilité convenable. Les données seront transmises au navire via le câble de remorquage et traitées par ordinateur à bord.

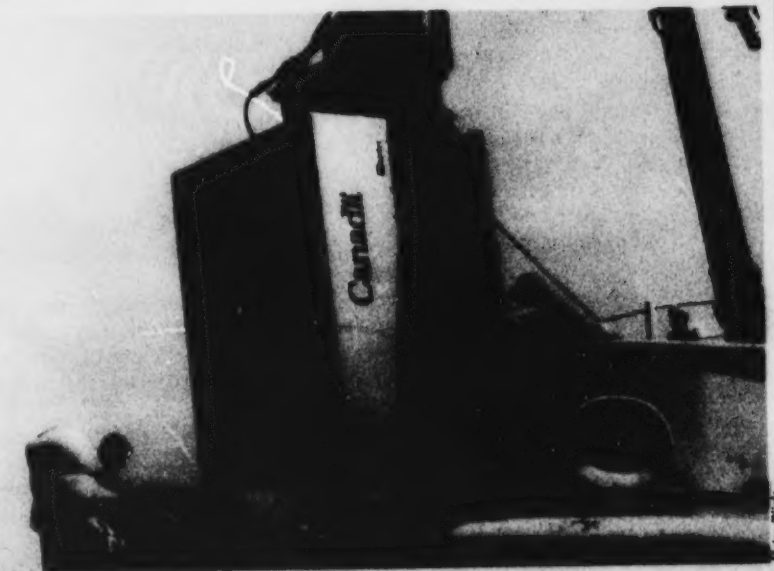
Il s'agit d'un projet de 5,5 millions de dollars financés conjointement par le Conseil national de recherches et le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. La gestion du projet ainsi que la direction technologique et scientifique sont assurées par les ministères de l'Énergie, des Mines et des Ressources, des Pêches et des Océans, et de la Défense nationale, en plus du Conseil national de recherches du Canada. Le ministère des Pêches et des Océans met ses navires à la disposition du projet pour évaluation et vérification du système.



Description schématique du principe de fonctionnement du système de cartographie intégré à deux phases Seabed II.

Huntec ('70) Ltd. se chargera du design et de la construction de deux systèmes : un système à petite vitesse pour les grandes profondeurs (2 000 m) et un autre plus rapide pour les eaux moins profondes (500 m). Des innovations telles que le corps remorqué intégré biphasé et le boomer (source sonore sismique) à pression compensée sont parties intégrales du système de profondeur.

Grâce à Seabed II, on pourra recueillir des données sur le type et la distribution des sédiments, et la stabilité et la morphologie du fond de la mer. On comprendra mieux l'histoire géologique des fonds océaniques et les processus à l'oeuvre. À partir des données ainsi recueillies, on pro-



Le Seabed II lors des premiers essais en mer en juillet 1983.

duira des cartes détaillées des divers paramètres sédimentaires et des formes, de la stabilité et des dangers du plancher de l'océan. Cette banque de données permettra de formuler des conseils à l'intention de l'industrie et du gouvernement concernant des activités telles que la pose de pipe-lines, l'exploration minérale, l'immersion des déchets, le danger résultant d'activités sismiques et les renseignements relatifs à la défense.

Les premiers essais du système de 2 000 m ont été menés à bord du nsc *Hudson* à la marge du plateau continental au large de la Nouvelle-Écosse en juillet 1983. On se propose de faire d'autres essais du système de profondeur et d'eau moins profonde en 1984.

Analyses acoustiques des populations de poissons

— L.M. Dickie

Roger Bélanger

Lloyd Dickie

Une gestion effective des pêches dépend de la précision et de l'à-propos de l'information sur la densité et l'abondance des stocks. Les bateaux de pêche sont les échantillonneurs les plus nombreux et les plus «intensifs» des populations de poissons, et ce sont encore eux qui fournissent à l'industrie et au gouvernement les données les plus complètes sur l'état des stocks. Cependant, les prises commerciales ne sont pas tout à fait représentatives des populations naturelles. Elles renseignent sur les stocks seulement après que ceux-ci ont été pêchés. Il a fallu, avec les actuels taux de capture élevés, trouver des méthodes plus directes. L'industrie collecte maintenant des statistiques de plus en plus détaillées des prises, et le gouvernement a commencé à compléter ces données par des relevés de navires de recherche. On obtiendrait de ces données un bien meilleur rendement si l'on pouvait remplacer la capture réelle des poissons par des enregistrements d'écho-sondeurs.

Les bateaux de pêche commerciale et les navires de recherche utilisent déjà des écho-sondeurs et des sonars qui les aident à localiser les concentrations de poissons. Des firmes fabriquent de ces appareils en Norvège, Allemagne, Japon, Angleterre, U.R.S.S. et France, et presque tous les bateaux de pêche du monde, mesurant plus de 12 m de long, ont au moins un écho-sondeur à bord. En outre, la société Simrad de Norvège a mis au point un type spécial d'écho-sondeur destiné aux relevés scientifiques. Les navires de recherche de plusieurs pays l'ont utilisé au cours de relevés acoustiques des pêches.

Il existe néanmoins de sérieux problèmes avec les systèmes actuels d'écho-sondeurs, qui en limitent l'utilité. Le plus sérieux de ces problèmes est la grande variabilité de l'intensité des échos réfléchis par le poisson cible. L'écho retourné par un petit poisson est plus faible que celui d'un grand poisson. Tout poisson situé au centre du faisceau acoustique renvoie un écho beaucoup plus fort qu'un poisson situé à la marge. Actuellement, un gain à variation temporelle (TVG) réglé électroniquement compense de façon routinière les variations d'intensité des échos en fonction de la profondeur, mais il existe d'autres sources de variations qui ne sont pas aussi facilement corrigées. Il semble se produire de fortes différences des nombres et des intensités des échos observés par différents navires étudiant le même stock de poissons. En attendant que soient corrigées ces variations majeures, la relation entre la puissance d'un écho et le nombre de poissons qui l'ont produit demeure très incertaine. Les promoteurs des relevés acoustiques prétendent que la technologie actuelle peut donner des indices d'abondance fiables, mais on doute fort que ces derniers soient suffisamment fiables pour servir de base à la planification et à la gestion des stocks pour l'industrie.

Devant le besoin de données fiables et précises, l'IOB a mis au point et testé un système acoustique alternatif capable de compter et de mesurer la taille de poissons individuels, éliminant ainsi les principaux problèmes des systèmes conventionnels. Le nouveau système, appelé ECHOLOG, repose sur le principe que si un poisson cible corrigé par TVG peut être détecté simultanément sur *deux transducteurs différents*, les effets sur l'écho de la position d'un poisson dans le faisceau acoustique peuvent être éliminés. On a commandé à cette fin un transducteur spécial à Ametec Straza; il s'agit en fait de deux transducteurs précisément alignés, l'un à l'intérieur de l'autre. Le transducteur intérieur ou central fonctionne avec un faisceau acoustique relativement large, alors que l'anneau du transducteur extérieur ne reçoit les signaux que d'un étroit faisceau «intérieur». Une cible dans les limites de ce faisceau intérieur est enregistrée par les deux transducteurs, mais à mesure que l'objet se trouve à de plus grandes distances de l'axe commun, l'écho se dissipe plus rapidement dans le cas du faisceau étroit que dans celui du faisceau large. On choisit une région centrale du faisceau double de telle façon que, pour tout objet, le rapport des deux signaux est constant, quelle que soit la position du faisceau. On peut alors interpréter la différence de rapport directement en termes de taille de la cible. En éliminant les variations de l'écho causées par la position de la cible, un tel système permet d'étudier la relation entre les autres variations et la taille du poisson.

Nous avons de plus mené des expériences de laboratoire en vue de connaître les effets du comportement et de la densité sur la force apparente de la cible. Initialement, dans le calibrage acoustique des cibles, on faisait appel à des dispositifs d'attache du poisson dans le faisceau acoustique, ou encore on utilisait un poisson mort. Les échos qui en résultaient étaient très variables. Dans l'aquatron de l'Université Dalhousie (Halifax), on a observé un poisson seul ou des bancs de poissons nageant naturellement sous un transducteur flottant. Les faibles variances observées dans les signaux répétés réfléchis d'un même poisson donnent à penser que la forte variabilité observée plus tôt est due à la technique des chercheurs.

Au cours des 3 dernières années, nous avons testé le transducteur à double faisceau sur le terrain comme partie d'un système d'écho-sondage et d'enregistrement conçu surtout en vue d'applications à la recherche et à l'inventaire des poissons. Afin d'éliminer les effets du mouvement du navire et du bruit sur l'intensité de l'écho, nous avons suspendu le transducteur sur le flanc du navire, dans un corps remorqué spécial, à plongée profonde, conçu et construit par Fathom Oceanology. La suspension est assurée au moyen d'un treuil et d'une bague connectrice électrique construits spécialement pour l'unité par la Nova Scotia Research Foundation Corporation. Les impulsions acoustiques sont produites par un transmetteur commercial et reçues sur un récepteur spécialement conçu et construit à l'IOB. Les signaux sont traités par un système d'acquisition des données basé sur micro-ordinateur, construit conjointement par le personnel de l'IOB et une firme locale. L'unité échantillonne les signaux avec une plus grande précision que les appareils commerciaux, et permet d'in-

terpréter et d'enregistrer sur bande numérique les données sur les échos de chaque transmission de signaux. Des programmes machine analytiques, préparés par le personnel de l'IOB, servent à introduire les données enregistrées sur bandes directement dans l'ordinateur de l'IOB et à lire les signaux transformés, quant à la taille, la profondeur et la position de chaque poisson cible rencontré au cours d'une expédition scientifique.

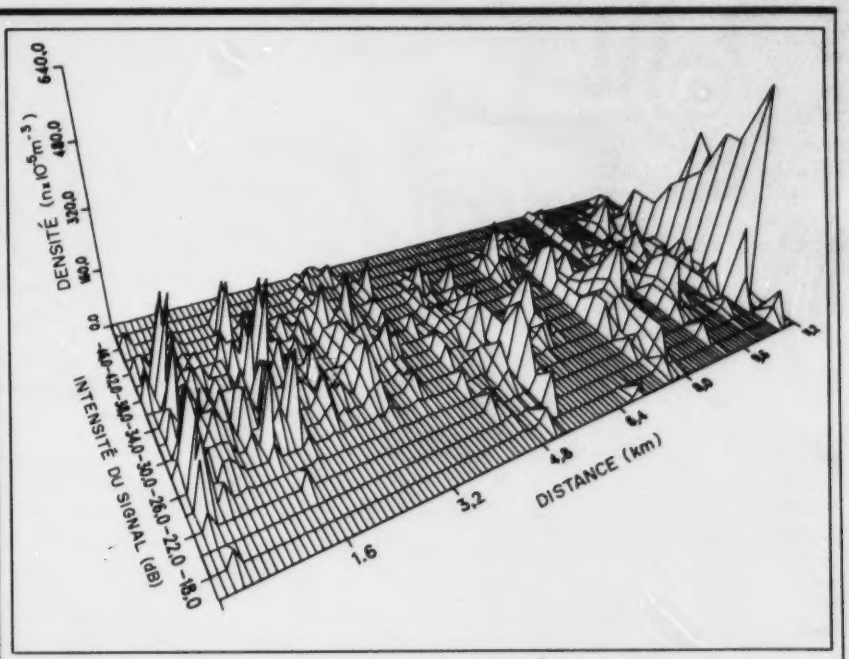
L'échantillon de résultats du traitement apparaissant dans le diagramme ci-joint montre la fréquence de l'ampleur des échos de poissons uniques obtenus dans la couche d'eau de 3 m d'épaisseur au-dessus du fond à chacune des coupes de 100 m d'un transect de 11 km. Ce dernier a été établi dans 70 brasses d'eau au sud-est du banc Browns en février 1982. Les traits de chalut démontrèrent que les prises étaient dominées par une seule espèce — l'aiglefin — et que nos estimations acoustiques de la densité et de la composition par taille des poissons s'accordaient bien avec les échantillons de poissons capturés dans la même région.

On se propose d'entreprendre d'autres expéditions en vue de mieux estimer la précision de ce nouveau système, ainsi que d'autres essais en laboratoire dans l'aquatron de Dalhousie pour réaliser un accord précis des échos et des techniques de traitement par ordinateur.

Il reste quand même certains problèmes. Du point de vue scientifique, par exemple, les données de transect indiquées à la figure se rapportent à des aiglefins relativement grands, à une profondeur de 70 m. Comme les prises commerciales effectuées dans la région confirment nos résultats, l'appareil devrait s'avérer satisfaisant dans les relevés de grands poissons. D'autres essais sont toutefois nécessaires afin de s'assurer que le système sera également satisfaisant aux densités plus grandes rencontrées avec les petits poissons.

La fiabilité opérationnelle du système et la qualité des données sont des plus satisfaisantes. Ceci donne à penser que, en plus de fournir de meilleurs recensements, ECHOLOG pourrait donner des estimations plus précises des densités et tailles locales. Une telle information faciliterait le travail d'échantillonnage des chercheurs et donnerait au pêcheur une meilleure idée des densités de poissons à capturer. Avant d'être appliqué d'une manière générale, notre système devra toutefois être développé davantage.

Les données de sortie sont présentement simplifiées afin de permettre une meilleure utilisation à bord des navires. Il devrait être possible d'adapter le système de façon qu'il puisse être utilisé dans les transducteurs électroniquement stabilisés placés sur la coque, ce qui donnerait probablement un meilleur rendement sur les bateaux de pêche commerciale et les navires de recherche.



La densité (nombres par 10 000 m cubes d'eau) des différentes tailles de poissons est indiquée par des signaux de différentes intensités à intervalles de 100 m le long d'un transect de 11 km au sud du banc Browns, au large de la Nouvelle-Écosse. La densité a été calculée à partir d'échos enregistrés sur ECOLOG dans les 3 m d'eau du fond. Un échantillonnage au filet a démontré que ces poissons étaient presque exclusivement des aiglefins.

Mesures acoustiques de la distribution du plancton et du micronecton

— D.D. Sameoto

Doug Sameoto

Le Laboratoire d'écologie marine a utilisé des écho-sondeurs à haute fréquence (120 kHz) pour localiser et cartographier la distribution du zooplancton et des euphausides depuis 1971. Une sérieuse difficulté dans l'estimation de la biomasse de ces derniers par des méthodes d'échantillonnage au filet nous a incité à mettre au point des méthodes acoustiques. Les euphausides pouvaient facilement éviter le filet circulaire que nous utilisions à l'époque, de sorte que leur biomasse était de beaucoup sous-estimée.

Nos premières études acoustiques ont été menées dans l'estuaire du Saint-Laurent où de fortes concentrations d'euphausides sont associées au courant de Gaspé au début du printemps et à l'été. Après avoir localisé ces concentrations par des moyens acoustiques et les avoir échantillonnées au filet, on a constaté que ces organismes étaient présents en plus grande concentration dans les régions de concentration maximale de chlorophylle *a*.

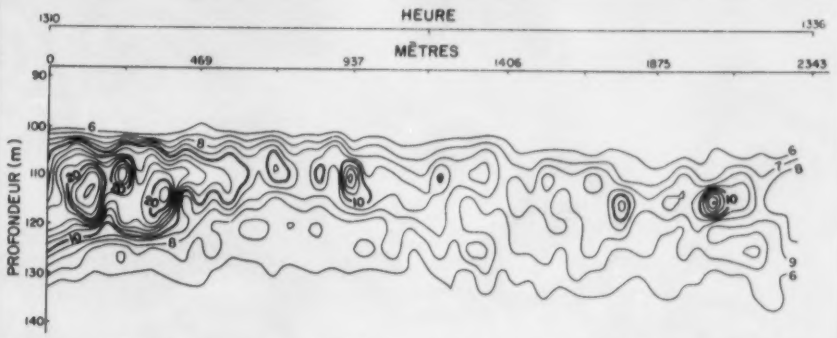
Grâce au BIONESS (décrit plus loin dans le présent chapitre), on a pu recueillir plusieurs échantillons d'euphausides et aussi enregistrer des signaux acoustiques des zones de collection. Il a été ainsi possible de quantifier la densité et la biomasse des euphausides à l'aide des données acoustiques et tracer avec précision les

concentrations et d'estimer la fréquence et la taille de ces animaux.

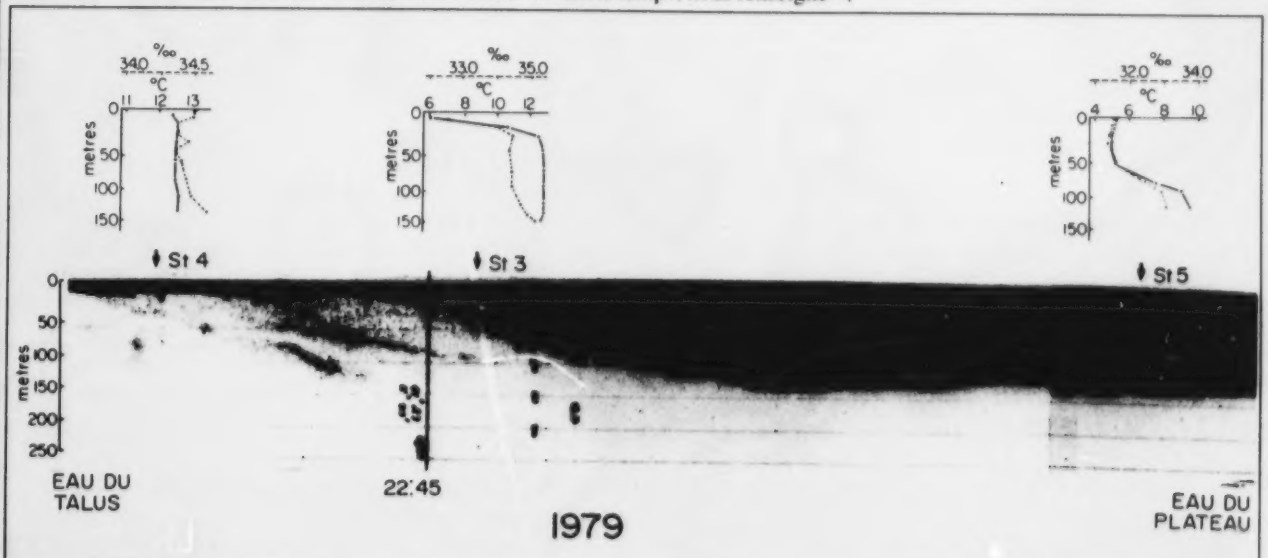
Le système acoustique comporte un véhicule contenant des transducteurs. Il est remorqué le long du navire au moyen d'une grue munie d'un petit treuil qui permet d'abaisser l'appareil à la profondeur désirée. Cette profondeur varie normalement de 3 à 5 m, mais peut aller jusqu'à 100 m.

Le sondeur actuellement utilisé est le système à double fréquence Datasonics, modèle DFS-210, qui fonctionne simultanément à des fréquences de 120 et de 50 kHz. Les échos sont enregistrés sur deux enregistreurs graphiques EPC, modèle 1600, et un enregistreur à bande magnétique analogique Hewlett Packard 3960. En outre, les signaux sont transformés en numérique et enregistrés sur ruban à neuf pistes par ordinateur Hewlett Packard 21 MX/F. La portée effective de la fréquence de 120 kHz est de 3 à 300 m, et celle de la fréquence de 50 kHz est de 5 à 600 m. Il est possible, avec ces deux fréquences, de localiser les concentrations de zooplancton et de micronecton dans la partie supérieure de la colonne d'eau (les 200 m supérieurs) ainsi que celles du micronecton mésopélagique à des profondeurs allant jusqu'à 600 m.

On met actuellement l'accent sur la distribution verticale du zooplancton et des poissons mésopélagiques dans les eaux de plateau de la région de la pente continentale de la Nouvelle-Écosse. On a localisé à cet endroit de fortes concentrations nocturnes du poisson mésopélagique, *Benthosoma glaciale*. Des sondages acoustiques démontrent que ces poissons sont confinés dans l'eau de plateau entre le rebord de ce dernier et le front de l'eau de pente. À l'aide du sondeur de 50 kHz, on étudie leur distribution diurne. Ces données, jointes à celles d'échantillons par BIONESS du zooplancton et autres organismes micronectoniques recueillis en même temps, nous renseigneront sur la densité de *B. glaciale* à différentes profondeurs et leurs associations avec d'autres formes de micronecton et de zooplancton. En outre, les échantillons biologiques nous éclaireront sur la distribution des tailles de *B. glaciale* et autres organismes dispersant les signaux acoustiques. Ceci, à son tour, couplé aux estimations de densité, permettra de calculer leur puissance acoustique comme cibles. Connaissant cette puissance pour les espèces dominantes de micronecton, on peut estimer, à partir des données acoustiques seules, la biomasse de ces animaux.



Contours de la biomasse humide d'euphausides (en grammes par mètre cube) dans la couche de dispersion du son du courant de Gaspé en mai 1976.



Échogramme (120 kHz) au nord et au sud du front plateau-talus en avril 1979 et profils de température et de salinité déterminés à trois stations à l'aide du BIONESS. L'échogramme a été recueilli entre 9 et 11 P.M. et couvre une distance d'environ 20 km.

Navstar – Un système de positionnement de couverture mondiale

— R.M. Eaton

Quand le Système de navigation par satellite Transit vit le jour vers la fin des années soixante, ce fut probablement le plus important progrès en navigation océanique depuis le perfectionnement du chronomètre par John Harrison en 1759. On était ainsi en possession d'un système de navigation dix fois plus précis que l'observation astronomique : il indiquait la position à 120 m près, à intervalles d'une heure environ, n'importe où dans le monde et par tous les temps. Il était maintenant possible d'accomplir des tâches auxquelles on ne songeait même pas avant ce jour, telles que des levés du fond de la mer ou des échantillonnages à intervalles de 100 m. On pouvait également déployer des amarrages d'instruments sur le Bonnet Flamand, à 480 km à l'est de Saint-Jean (Terre-Neuve), et les récupérer 6 mois plus tard, avec pratiquement la même précision que si l'on se trouvait à l'entrée du port de Saint-Jean même.

Transit a cependant ses faiblesses. On obtient une position seulement quand un satellite passe à moins de 960 km environ du navire, ce qui se produit à des intervalles de 20 minutes à 8 heures. Le récepteur doit mesurer le glissement Doppler sur satellite pendant au moins 8 minutes afin de calculer une position exacte; parce que, durant ce temps, le navire s'est déplacé, il faut aussi calculer une «position en marche». L'exactitude de la position est étroitement liée à la précision avec laquelle la route et la vitesse du navire ont été mesurées.

Moins de quelques années après le lancement du système Transit, le département de la Défense des É.-U. mettait au point un meilleur système de navigation satellitaire : le NAVSTAR – GPS (*Navigational Satellite Timing and Ranging — Global Positioning System* = Système de navigation par satellite — Système de positionnement à couverture mondiale). Dès la fin des années soixante-dix, on nous informait que, dans les essais initiaux du nouveau système, on avait réalisé une précision de ± 10 m et, à la sortie des ateliers de travail et des conférences sur la navigation, les participants arboraient fièrement des boutons proclamant : «Navstar s'en vient». Cette réjouissance, on le sait maintenant, était quelque peu prématurée. Navstar devrait être pleinement opérationnel aux environs de 1989, donnant la position en continu et à échelle mondiale; cependant, à ce stade-ci, comme il s'agit d'un système militaire, les usagers civils (et naturellement l'ennemi) verront sa précision réduite de 500 m ou moins, suivant les considérations sécuritaires.

Entre-temps, une constellation expérimentale d'un tiers des 18 satellites prévus de Navstar fait une passe à toutes les 12 heures. Ceci permettra une couverture, à pleine précision de navigation, de deux à six heures, deux fois par jour, selon l'endroit où l'on se trouve dans le monde et le nombre de satellites en place. En 1980, Nortech Surveys (alors Sheltech Canada Ltd.), une société de levés toujours innovatrice, acheta un récepteur Navstar de première génération. Le Service hydrographique du Canada à l'IOB et le Département de génie des levés de l'Université du Nouveau-Brunswick se sont joints à Nortech en vue d'introduire le plus tôt possible le positionnement par Navstar dans les levés et autres travaux scientifiques en mer. Ce récepteur initial, un STI 5010 de la Stanford Telecommunications Inc., prend plusieurs minutes pour accomplir le cycle de trois satellites requis dans la détermination d'un point fixe. Tout comme l'ancien système Transit, on introduit les données sur la vitesse du navire recueillies par le système de navigation intégré de l'IOB et calcule une «position en marche». Les premiers essais en mer ont été menés en novembre 1981. Dès juin 1982, on obtenait, à l'aide du récepteur STI, une précision de 50 m, soit équivalente à celle du Loran-C, l'aide de navigation côtière standard. En novembre 1982, le Navstar, lorsque comparé à la précision de 15 m du Mini-Ranger, a démontré une précision de ± 30 m. Nortech est en train de se procurer de nouveaux récepteurs 4100 de Texas Instruments, à cycle rapide, qui devraient donner une plus grande précision lors des deux essais en mer projetés pour 1983. À l'été 1984, on pourrait faire le levé du secteur nord de la baie Baffin à l'aide de Navstar, avec une précision de ± 20-30 m pendant des périodes de 2 à 6 heures par jour.

Mise au point de systèmes de positionnement acoustiques

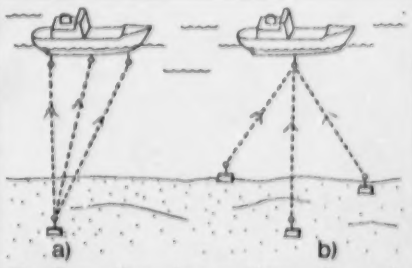
— D.L. McKeown

Les ingénieurs et les scientifiques travaillant en mer doivent connaître la position exacte des appareils océanographiques par rapport à un point fixe ou à un navire de recherche. Cette information permet aux premiers de décrire le comportement des appareils qu'ils développent et aux seconds de localiser précisément les sites d'échantillonnage.

Les méthodes de positionnement conventionnelles (telles que Loran-C ou radar) reposent sur des ondes électromagnétiques qui ne peuvent être utilisées sous la surface de la mer. Le son, par contre, se propage bien dans l'eau. On a donc mis en place un programme en vue de mettre au point ou d'acquérir des systèmes de positionnement relativement simples fondés sur des ondes acoustiques.

Deux schémas fondamentaux peuvent servir à la création d'un système de positionnement acoustique sous-marin. Dans le cas de systèmes de positionnement par rapport à un navire, un seul dispositif placé sur le fond de la mer (ou remorqué par le navire) émet un signal sonore. La position par rapport au navire est déterminée en mesurant la différence entre le temps d'arrivée du signal à trois hydrophones ou plus, espacés de 10 à 20 m, placés sur la coque du navire. On donne à ce dispositif le nom de système à courte ligne zéro. Une variante est celui à ligne zéro ultra-courte, dans lequel l'espace entre les hydrophones est réduit à quelques centimètres. Dans ce cas, cependant, le montage associé au traitement des signaux est plus complexe.

Le deuxième schéma, un système de positionnement par rapport au fond, fait



Configuration des systèmes de positionnement acoustiques par rapport au navire (a) et par rapport au fond (b).

appel à une batterie de sources de son placées sur le fond de la mer et séparées les unes des autres de distances variant de centaines à des milliers de mètres. La position du navire (ou de tout autre dispositif) est déterminée par rapport à ces points sur

le fond en mesurant la vitesse de transmission du son des appareils acoustiques au navire. On donne à ce schéma le nom de système à longue ligne zéro.

Jusqu'à récemment, tous les systèmes à courte ligne zéro et presque tous ceux à ligne zéro ultra-courte étaient de «fabrication maison», c.-à-d. qu'on ne pouvait acheter un système complet. On a mis au point à l'IOB un système à courte ligne zéro permettant au nsc *Hudson* de maintenir sa position lors du prélèvement des carottes au fond de la mer. Le Centre géoscientifique de l'Atlantique et l'Université Dalhousie utilisent couramment ce système dans leurs travaux d'échantillonnage géologique. Nous avons aussi mis au point un modèle portatif de ce système. Il a été utilisé pour la première fois en 1973 pour mettre en position un submersible avec équipage chargé de récupérer un hélicoptère submergé dans le port de Halifax.

On est à la recherche d'un système commercial à ligne zéro ultra-courte pour en remplacer un à courte ligne zéro actuellement en notre possession. Les systèmes à ligne zéro ultra-courte ont l'avantage d'être facilement entretenus et actionnés, et d'être portatifs.

Lors de la mise au point de notre système de positionnement par rapport au navire, nous avons également assemblé un système de positionnement par rapport au fond ou à longue ligne zéro. On s'est efforcé ici d'acheter un hardware compatible avec les autres appareils de l'IOB. Comme résultat, notre système à longue ligne zéro utilise les mêmes transpondeurs que ceux dont sont actuellement munis nos amarrages de courantomètres. À bord des navires, la plus grande partie des appareils acoustiques sont, eux aussi, identifiques à ceux des amarrages et peuvent être reliés à l'ordinateur standard du navire, plutôt qu'à une unité propre. On s'est efforcé de développer un système facile à utiliser par le personnel de l'Institut, plutôt qu'un système restreint aux spécialistes de la navigation acoustique. On y a réussi et produit un hardware et une méthode de positionnement répondant à ce critère. Le software de positionnement devra cependant être simplifié pour en faciliter l'utilisation.

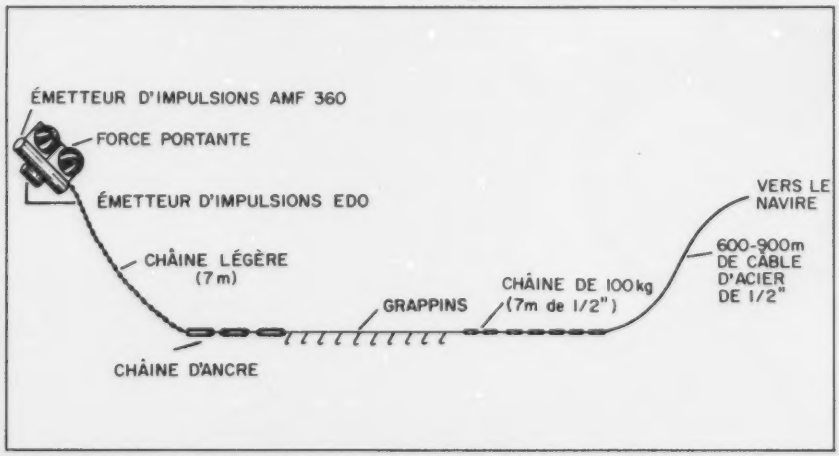
Ces dernières années, le système à longue ligne zéro a servi à diverses opérations. En 1978 on l'utilisait pour établir la position d'un véhicule télécommandé circulant sur le fond et capable de mesurer la quantité de pétrole qui reste dans un pétrolier submergé. En 1979, on obtenait des profils de courant continus jusqu'à une profondeur de 5 500 m par dépistage d'une source acoustique en chute libre. En 1980,

Roger Bélanger

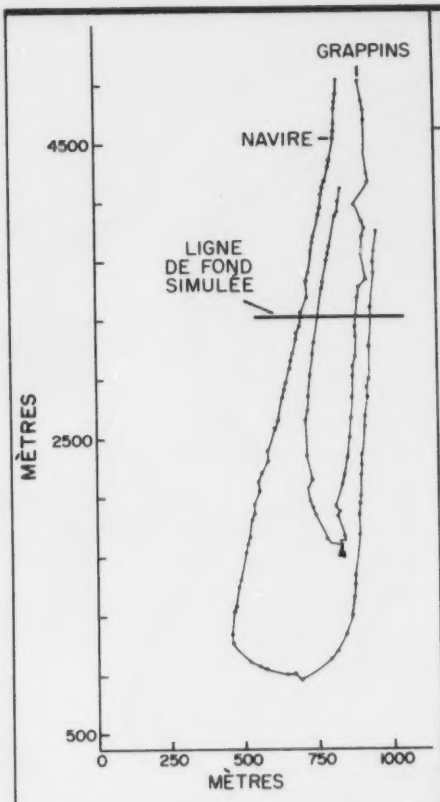
Dave McKeown

le système a été dépêché à la plaine abyssale de Sohm, afin d'aider à localiser divers sites d'échantillonnage du fond de la mer, comme partie d'un progamme du Centre géoscientifique de l'Atlantique de recherche d'un site d'immersion de déchets radioactifs. En 1982, on s'en est servi pour trouver des sites d'échantillonnage de roches sur les flancs d'un mont sous-marin et dans la vallée médiane de la dorsale médio-atlantique, lors de l'exécution d'un projet conjoint avec l'Université Dalhousie.

Le matériel est en outre utilisé depuis 1981 pour étudier le comportement des appareils de récupération des amarrages de courantomètres. Quand ces derniers sont déployés sur le plateau continental, on attache à l'ancre un long câble flottant, placé en travers sur le fond et fixé à une deuxième ancre. Si le mécanisme de déclenchement de l'amarrage n'obéit pas au commandement, le navire traîne, dans un mouvement de va-et-vient, un câble lesté et muni de grappins jusqu'à ce qu'il attrape la ligne de fond. Afin de quantifier le com-



Si le mécanisme de déclenchement d'un amarrage refuse d'obéir à un commandement, le navire déploie une ligne traînante, comme le montre la figure du haut, et la traîne jusqu'à ce que les grappins attrapent la ligne de fond de l'amarrage du courantomètre. L'émetteur d'impulsions a été ajouté afin d'étudier le comportement de la ligne traînante durant l'opération. Un système à longue ligne zéro a été utilisé pour suivre la position des grappins et du navire lors de plusieurs passages sur une ligne de fond simulée. Dans la figure (p. 53), on voit le tracé du navire et des grappins lors de deux passages de ce genre.

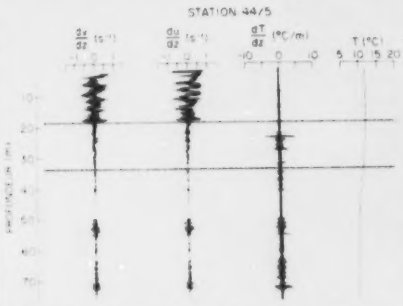


portement de la drague et de mieux le comprendre en vue de méthodes auxilliaires de récupération en eau profonde, nous avons fixé un émetteur d'impulsions à l'extrémité des grappins. Le système à longue ligne zéro a servi à suivre la position des grappins et du navire lors de plusieurs passages au-dessus d'une ligne de fond simulée. La figure ci-jointe donne une idée du type d'information recueillie lors d'un tel passage. Il est évident, dans ce cas, que les grappins ont été traînés à 50 m à tribord du navire. Quand celui-ci fit demi-tour, les grappins maintinrent leur position sur le fond de la minute 147 à la minute 160 et ne reprirent pas leur position derrière le navire avant la minute 170. On se prépare actuellement à mettre au point, de concert avec une société locale d'ingénieurs conseils, une technique de récupération d'amarrages en eau profonde. Notre expérience dans le positionnement acoustique sera mise à profit dans la réalisation de ce projet. Comme le coût d'amarrages en eau profonde peut s'élever à 50 000 $ ou plus et qu'ils renferment de précieuses données, il ne faudrait réussir que quelques récupérations pour compenser les coûts de développement.

Mesures de la turbulence près de la surface

— N.S. Oakey

À mesure que les océanographes découvrirent de nouvelles méthodes de détermination de la température, de la salinité et du vecteur vitesse, ils se sont rendu compte que ces quantités étaient extrêmement variables. La figure ci-jointe montre un profil vertical de la température et du vecteur vitesse dans les 70 m supérieurs de



Un profil typique de microstructure obtenue à l'aide d'OCTUPROBE (dans ce cas, au cours de l'expérience JASIN). La structure du vecteur vitesse turbulente (dv/dz and du/dz) apparaît à gauche : le profil de température est indiqué à droite avec le gradient de températures correspondant (dT/dz).

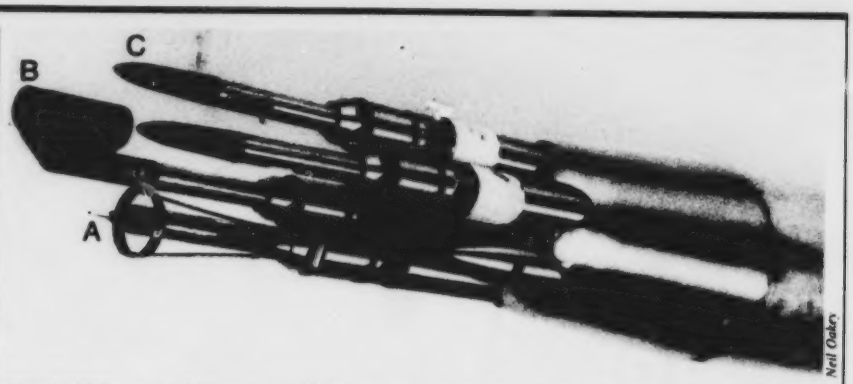
l'océan. La température est relativement uniforme près de la surface dans la couche superficielle mixte reposant sur des eaux plus froides. Cependant, si l'on examine de plus près les températures, on constate qu'elles varient beaucoup à des échelles verticales très petites. Il en est de même des mesures des vitesses turbulentes, qui montrent de fortes fluctuations. Ces observations peuvent être décrites simplement de la manière suivante. Les vents de surface agissant sur l'océan transfèrent l'énergie aux vagues et courants de surface : cette énergie met en mouvement la couche mixte et engendre des tourbillons turbulents de diverses tailles, qui causent le mélange de l'eau chaude, plus légère, de dessus avec l'eau froide, plus lourde, de dessous. En introduisant un appareil sensible à travers ce champ turbulent, on peut étudier le champ de vitesse variable et observer les filaments chauds alternant avec les froids résultant de ce processus de mélange. On acquiert ainsi des connaissances fondamentales sur le mélange de températures, de salinités et de substances nutritives à la partie supérieure de l'océan.

Un tel instrument, l'OCTUPROBE (*OCeanic TUrbulence PROBE* = sonde de turbulence océanique), d'une longueur d'environ 2 m, mesure et enregistre le gradient de températures, le vecteur vitesse et son cisaillement, la pression, l'angle de l'appareil et autres variables diagnostiques de ce dernier. Les données sont enregistrées à l'intérieur sur bande magnétique. OCTUPROBE descend dans l'eau en chute libre à une vitesse d'environ 0,5 m s^{-1}, entraînant après lui un câble de nylon à flottabilité presque neutre. Une fois atteinte la profondeur désirée, l'instrument est remonté vers la surface, et un autre profil est enregistré. Cette méthode de chute libre avec attache permet d'établir 5 à 7 profils à une profondeur de 100 m en l'espace de 30 minutes. La capacité de l'enregistreur intérieur est le facteur limitatif. Grâce à cette méthode, on peut mesurer plusieurs profils dans un bref délai et obtenir de meilleures estimations de la turbulence, qui est très variable, tant dans l'espace que dans le temps. Avant de récupérer l'appareil à la fin de l'expérience, on repasse la bande magnétique et examine les données.

Les gradients de températures sont mesurés à l'aide d'un thermomètre à film de platine mince qui peut, grâce à des dispositifs électroniques spéciaux, mesurer des variations de 0,05°C, avec résolution spatiale inférieure à 0,5 cm. Des détecteurs de fluctuations de la vitesse turbulente en mer ont été mis au point à l'IOB, parallèlement aux travaux de scientifiques d'autres institutions. Ces «sondes ascensionnelles» peuvent mesurer des va-

Mouillage d'OCTUPROBE à bord du nsc *Dawson* lors d'une récente étude de la variabilité spatiale de la turbulence dans la couche mixte.

Les sondes de microstructure utilisées sur OCTUPROBE apparaissent ici : (A) sonde à mince pellicule utilisée pour mesurer la microstructure de température; (B) sonde de conductivité; et (C) deux sondes ascensionnelles servant à mesurer deux composantes perpendiculaires de la microstructure du vecteur vitesse ou la turbulence.



riations de vitesse turbulente inférieures à 1 mm s^{-1}, avec résolutions spatiale d'environ 2 cm, ce qui convient à tous les régimes océaniques, sauf les plus turbulents. Les sondes ascensionnelles sont munies à leur extrémité d'un caoutchouc axialement symétrique flexible recouvrant un détecteur à cristal. À mesure que la sonde descend dans l'eau, l'écoulement turbulent produit une élévation (semblable à celle d'une aile d'avion), qui est détectée par le cristal. Il sort du détecteur un voltage variable amplifié proportionnel au champ turbulent variable, en fonction du temps.

On a mis au point dans le cours de l'année un nouveau profileur amélioré, désigné sous le nom d'EPSONDE. Il utilise les mêmes détecteurs qu'OCTUPROBE et un dispositif électronique de traitement des signaux semblable, mais une électronique supplémentaire lui permet d'effectuer des mesures à distance jusqu'à la surface. EPSONDE est déployé dans l'eau selon la méthode de chute libre avec attache, mais ici, le filin sert également de lien télémétrique avec le navire. EPSONDE est équipé pour multiplexer et submultiplexer 23 canaux de données et les convertir en numérique à des vitesses d'échantillonnage variant de 256 Hz à 32 Hz; ces données sont transmises à la surface au débit binaire de 38,4 kHz. À bord, ces données sont traitées de façon à évaluer la performance de l'appareil, et elles sont ensuite enregistrées sur ruban numérique à neuf pistes à l'aide d'un ordinateur HP 21MX. Avec cette nouvelle génération d'appareils à mesurer la turbulence, on a amélioré le rapport signal-bruit et obtenu une plus grande flexibilité qu'avec OCTUPROBE.

Au cours des quelques dernières années, on a largement utilisé OCTUPROBE dans diverses études de la turbulence dans la couche mixte. Voici quelques-uns des points saillants de ces études. Lors d'une expérience près du banc Émeraude sur le plateau Scotian, la dissipation de l'énergie turbulente, dont la moyenne avait été établie dans la couche mixte, a été mesurée sur une période d'une semaine, à des vents allant jusqu'à 20 m s^{-1}. On a constaté une étroite corrélation entre la dissipation de cette énergie en chaleur et la vitesse du vent. Au cours de l'expérience conjointe d'interaction air-mer (JASIN = *Joint Air-Sea Interaction*), on a comparé l'intensité et les caractéristiques de la microstructure thermique avec celles auxquelles on pouvait s'attendre en théorie quant à l'intensité de turbulence mesurée séparément. Les résultats ont servi à calculer la performance de mélange. Parmi les expériences futures que l'on se propose de mener avec ces appareils, notons des études de la variabilité spatiale et temporelle de la turbulence, la relation entre le mélange turbulent et la productivité biologique et la poursuite des recherches sur la physique des processus de mélange.

Transmission de la puissance dans l'océan profond

— G.A. Fowler

George Fowler

Si une électronique de faible puissance et des détecteurs précis ont augmenté de façon dramatique notre capacité de mesures sophistiquées, il n'en a pas été de même de notre capacité d'échantillonnage, qui n'a pas connu la même révolution. C'est qu'il faut une puissance considérable pour recueillir des échantillons dans les profondeurs de l'océan, y compris sur le fond lui-même. Les progrès des appareils d'échantillonnage ont été freinés par la difficulté à transmettre la puissance.

Traditionnellement, les sources de puissance ont été des systèmes d'énergie entreposée, tels que batteries ou divers types de ressorts couplés à d'ingénieuses commandes électromécaniques. Ces systèmes pouvaient accomplir les tâches désirées, mais la puissance délivrée était limitée.

Dans les cas où est requise une grande puissance, on peut tirer profit de la gravité (c'est le cas de divers types de carottiers) ou de la puissance hydrostatique (utilisée sur la foreuse de roche hydrostatique de l'IOB). Cependant, quand on a besoin de puissance pendant une longue période avec une certaine mesure de contrôle — comme pour les forages dans la roche dure — le navire à la surface doit la fournir. En eau profonde, le seul système pratique est l'électricité. À des profondeurs allant jusqu'à 600 m sur le plateau continental, il est possible d'actionner des moteurs de pompe submersible de 575 V à l'aide d'une ligne de charge et d'un câble de liaison séparés pour la transmission et le contrôle de la puissance. À de plus grandes profondeurs, cependant, la manutention pose de sérieux problèmes, et les pertes résultant de la résistance électrique dégradent de façon dramatique la puissance transmise. On pourrait utiliser des conducteurs plus gros, mais le meilleur moyen de réduire les pertes est d'augmenter le voltage. Ceci permet une meilleure transmission de puissance et l'utilisation d'un conducteur plus petit et plus léger.

C'est ce qu'on a choisi pour actionner la foreuse de roche solide de l'IOB. L'Université Dalhousie et le Centre géoscientifique de l'Atlantique sont actuellement en train de modifier cette foreuse de façon qu'elle puisse fonctionner aux profondeurs, allant jusqu'à 3 500 m, de la dorsale médio-océanique. S'il a été facile de décider de fournir un voltage de 2 400 V, il n'en a pas été ainsi de son application en mer. Heureusement, il existe actuellement des moteurs électriques et des raccords commerciaux capables de fonctionner au voltage et à la profondeur désirés. Le câble de liaison constitue la pierre d'achoppement dans la mise en place du système.

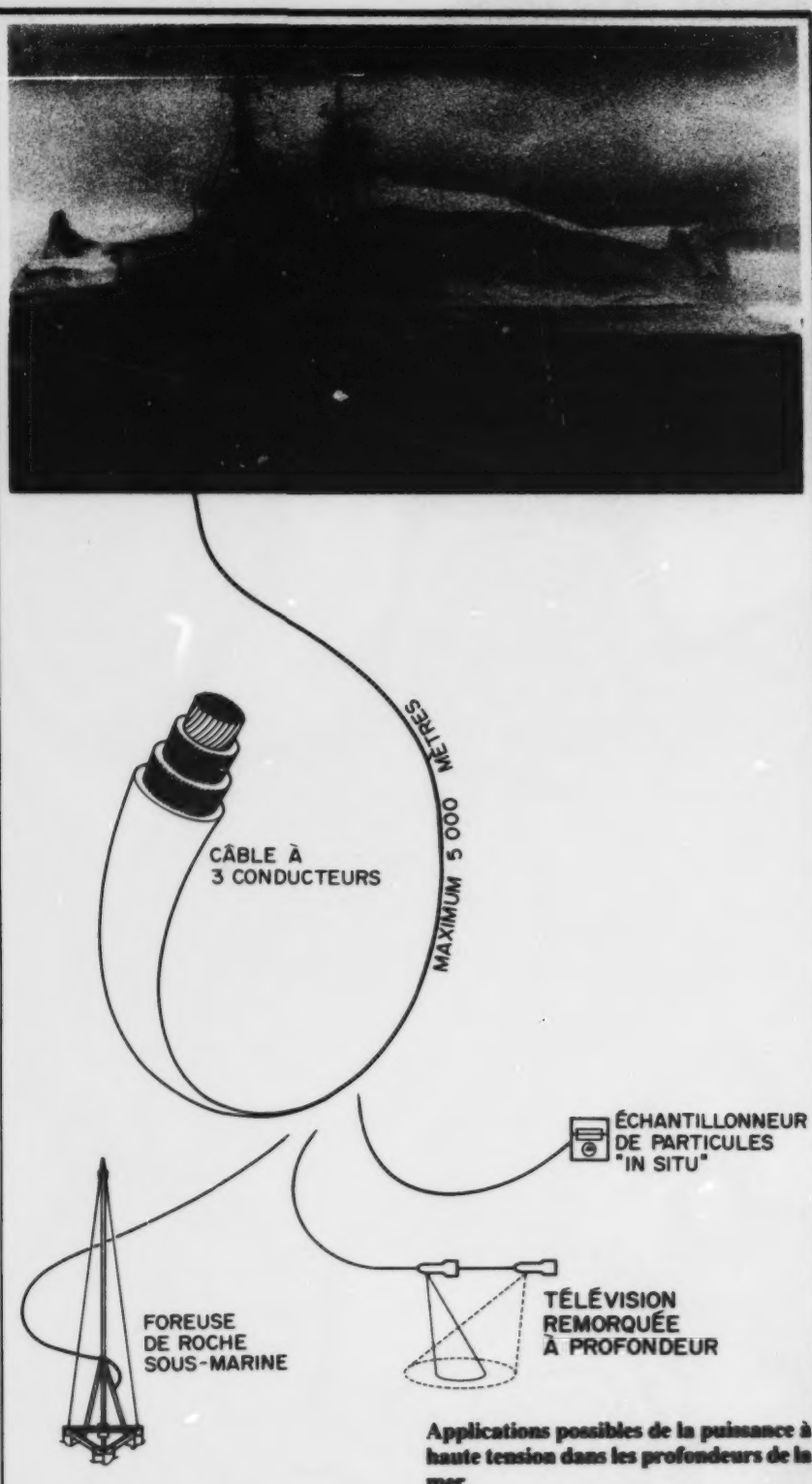
Non seulement doit-il pouvoir soulever un matériel lourd, il lui faut également transmettre en toute sécurité et fiabilité un courant de haut voltage. De plus, il ne doit pas être trop volumineux. Les systèmes de câble conducteur conventionnels ont été rejetés (parce que trop volumineux) en faveur d'une construction «triaxiale», capable d'accommoder dans un très petit diamètre les trois conducteurs requis pour un moteur triphasé. Un système de multiplexage (spécialement conçu par la Nova Scotia Research Foundation Corporation) s'occupe des signaux en direction ou en provenance de l'unité. Ce système est raccordé par induction aux deux conducteurs internes à haut voltage formant un câble coaxial.

Des forages expérimentaux avec longueur de câble limitée (1 500 m) en 1980 ont démontré que le système était réalisable. Cependant, quand on essaya un câble de 5 000 m en 1981, la capacité de forage a été limitée par un déséquilibre compacitif entre les trois conducteurs de puissance; on y a maintenant incorporé un circuit d'équilibrage capacitif. En outre, on y a également ajouté un système de mesure de la consommation de puissance «réelle» et de protection contre les failles du terrain, conçu pour la foreuse par Surfline Engineering de Halifax. On peut maintenant transmettre à la foreuse, sur le terrain, une puissance entièrement protégée.

Le système est capable d'actionner d'autres dispositifs, de sorte que sont possibles des opérations en eau profonde, jadis difficiles. C'est le cas, par exemple, de l'échantillonnage de grandes quantités d'eau en vue d'analyses des éléments à l'état de traces. Il est peu pratique de récupérer physiquement des profondeurs de grands volumes d'eau, jusqu'à 1 000 litres. Grâce à une source de puissance, les particules qui nous intéressent peuvent être filtrées *in situ* à l'aide d'une pompe actionnée à l'électricité. De cette façon, on peut prélever des échantillons à plusieurs profondeurs différentes, ou encore plusieurs échantillons à une même profondeur. On est actuellement en voie de tester un tel dispositif, l'«échantillonneur particulaire *in situ*». On doit également raffiner davantage une version plus petite de ce système, de sorte qu'il pourra fonctionner sur un câble de CTP.

En convertissant jusqu'à 15 KW de puissance en lumière, on pourrait améliorer les levés par télévision sous-marine. Une plus grande intensité permettrait de placer la source lumineuse à plus grande distance de l'objet photographié, de sorte que le champ de vision de la caméra s'en trouverait accru. On testera en 1983 un prototype à petite échelle afin de déterminer la possibilité d'un futur développement.

Maintenant qu'on a démontré qu'il était pratique de transmettre dans les profondeurs océaniques des quantités modérées de puissance, les applications possibles sont nombreuses. Des problèmes d'échantillonnage et de levés considérés insolubles à cause d'un manque de pouvoir peuvent maintenant être résolus.



Applications possibles de la puissance à haute tension dans les profondeurs de la mer.

Pièges appâtés

— B.T. Hargrave

Barry Hargrave

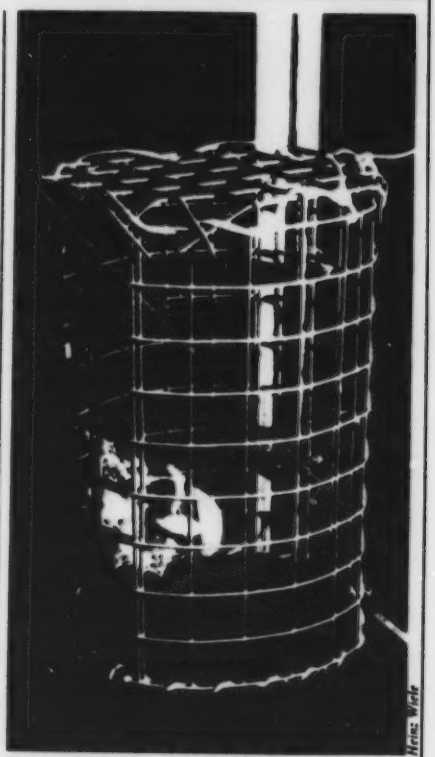
Il est assez rare que l'on observe des animaux morts dans la mer. Qu'un animal d'une certaine taille meure, il devient immédiatement vulnérable à une variété de prédateurs et est ordinairement vite consommé. Un grand nombre d'espèces de poissons et d'invertébrés nécrophages ont développé des adaptations leur permettant de localiser et de consommer rapidement ces carcasses. Les homards sont piégés dans des casiers à cause de leur aptitude à localiser l'appât.

Les espèces carnivores et nécrophages sont communes dans les profondeurs de la mer, et le fait qu'elles soient attirées par un appât nous permet de les capturer. Parce que ces animaux sont capables d'éviter les filets, d'autres méthodes d'échantillonnage se sont avérées peu efficaces. On connaît très peu la biologie de cette faune, dont l'ampleur des déplacements et les taux de consommation de nourriture et de croissance n'ont pas été mesurés directement. Sans ces données, cependant, on ne peut évaluer le rôle des animaux mobile dans le recyclage biologique du matériel des profondeurs de la mer.

Des chercheurs ont déjà photographié de ces animaux en eau profonde au moyen de caméras et de pièges placés à proximité ou sur le fond de la mer, et appâtés avec des quantités d'appât relativement grandes. De récentes études démontrent que même des appâts de petite taille placés à des centaines de mètres au-dessus du fond attirent des animaux, bien qu'en plus petit nombre. Il nous fallait un dispositif capable d'enregistrer le taux d'arrivée des animaux près de l'appât, tel un appareil de photo séquentiel, avec appât à hauteur variable du fond de la mer. Nous avons donc assemblé une caméra de profondeur, un flash et une source de puissance dans un cadre d'aluminium autour d'un mécanisme de déclenchement acoustique. La cage cylindrique en grillage métallique a été conçue de façon à contenir une petite quantité d'appât à une position fixe à l'avant de la caméra. La cage empêche les grands poissons de saisir l'appât au cours de la descente de l'amarrage, et le montage de la caméra est fixé au mécanisme de déclenchement de telle façon que l'appât puisse être exposé à une distance variable au-dessus du fond.

En juin 1982, on a déployé l'amarrage du système photographique à une profondeur de 5 850 m (20 m au-dessus du fond) dans la plaine abyssale de Nares, en Atlantique nord. Un total de 720 photos ont été prises à intervalles de 10 minutes sur une période de 5 jours. Les cent grammes de maquereau utilisés comme appât ont été complètement consommés par des amphipodes nécrophages (*Eurythenes gryllus*) en moins de 38 heures. L'appareil à pris des photos à un taux permettant d'identifier les animaux individuels s'approchant de l'appât. Souvent, la position de ces animaux est demeurée inchangée entre images successives de 30-40 minutes.

Cette étude a fourni pour la première fois des estimations du taux d'alimentation d'un animal des profondeurs de la mer. Des amphipodes de différentes tailles, par exemple, peuvent ingérer en moins d'une heure jusqu'à la moitié de leur poids corporel — un taux d'alimentation remarquablement élevé. Il faudra vérifier ces résultats initiaux à d'autres endroits dans l'océan profond.



L'amphipode lysianasside *Erythenes gryllus* photographié à une profondeur de 5 850 m dans la plaine abyssale de Nares. On voit les deux amphipodes se nourrissant sur un reste de maquereau placé dans le casier pour attirer les animaux vers la caméra.

Si les taux d'arrivée observés dans la plaine abyssale de Nares sont typiques des autres régions, la fréquence de pose devrait être augmentée à 2 ou 3 minutes. On obtiendrait ainsi une meilleure résolution du comportement alimentaire d'animaux individuels et une évaluation plus précise de leur taux d'alimentation.

Sismomètres de fond de l'océan

— D.E. Heffler

Dave Heffler

Le Centre géoscientifique de l'Atlantique poursuit depuis 1975 des travaux sur des sismomètres à déployer sur le fond de la mer (OBS). Un OBS est un appareil de collecte de données sur la structure de la croûte terrestre en enregistrant de très faibles sons sur le fond — provenant de tremblements de terre éloignés ou de sources artificielles. Un OBS est largué en chute libre sur le fond de la mer, où il enregistre de façon continue durant des périodes allant jusqu'à 10 jours. Un mécanisme de déclenchement le libère ensuite de son ancre et lui permet de remonter à la surface où il est récupéré par un navire de recherche. En cas de panne, on perd non seulement l'instrument, mais aussi les données qu'il renferme. De surcroît, on ne trouve jamais la cause de la panne. C'est dire qu'un fonctionnement stable est d'une importance cruciale.

Normalement, on déploie une batterie comprenant jusqu'à 6 OBS et on s'en éloigne ensuite en larguant des explosifs (jusqu'à 1 tonne) ou actionnant un fusil à air comprimé comme source de son. Ce

dernier traverse les couches d'eau et est réfléchi le long des couches rocheuses des profondeurs de l'écorce terrestre. En notant les taux d'arrivée du son aux OBS, les sismologues peuvent déterminer l'épaisseur des couches et prédire le type de roche. Ces données nous aident à comprendre les détails de la tectonique des plaques et nous éclairent sur la façon dont ont été formés les océans et les continents.

Les OBS mis au point à l'IOB peuvent supporter la pression de l'eau à une profondeur de 6 km. On peut donc les utiliser dans tous les océans du monde, sauf dans leurs plus grandes profondeurs. Après avoir déployé les dispositifs, un navire passera plusieurs jours à larguer des explosifs avant de commander aux OBS de retourner à la surface. Au cours d'une expédition pouvant durer de 3 à 4 semaines, les OBS sont ordinairement déployés et récupérés plusieurs fois. On travaillera souvent avec des groupes d'autres pays, de façon à utiliser pleinement les sources sonores et étendre la portée de nos mesures.

Un de nos projets les plus excitants a été l'expérience lithosphérique en profondeur des Petites Antilles (LADLE = *Lesser Antilles Deep Lithosphere Experiment*) en 1980. En coopération avec deux groupes d'OBS de Grande-Bretagne et un de France, nous avons maintenu une batterie de 18 OBS sur une ligne de 1 000 km de long. On a fait détoner des charges aussi fortes que 5 tonnes, et il a été possible de capter des signaux traversant 700 km de la croûte. Ces données nous ont renseignés sur des structures à des profondeurs allant jusqu'à 100 km, bien à l'intérieur du manteau terrestre.

Nos OBS sont également utilisés d'une manière inusitée pour étudier la croûte sous la banquise polaire. Le travail se poursuit à des stations installées sur la banquise même. Des flotteurs, un mécanisme de déclenchement et un OBS dépourvu de son ancre sont abaissés à travers la glace jusqu'au fond de la mer à l'aide d'un petit treuil et d'un câble Kevlar spécial. Un hélicoptère vole ensuite jusqu'à 100 km du camp et laisse tomber des explosifs à travers la glace. On a effectué de cette manière des mesures de la croûte à cinq stations différentes sur la glace.

Plus récemment, nous avons utilisé des OBS pour enregistrer les sons produits par des tremblements de terre. Dans des études de ce genre, il nous faut enregistrer pendant de plus longues périodes car il est évidemment impossible de contrôler le moment et l'endroit où se produiront les tremblements de terre. Pour faciliter le travail, nous avons dernièrement élargi à 28 jours le temps d'enregistrement sur bande par les OBS.

Dans certaines études, on recueille des données sur la taille et la fréquence des tremblements de terre de moindre amplitude, se produisant dans des régions du large sismiquement actives. On utilise cette information dans l'établissement des normes de construction des structures du large servant à l'exploration et à la production pétrolière. Nos OBS ont été utilisés à cette fin dans la mer de Beaufort aussi bien que sur les Grands bancs.

Plusieurs groupes, dans le monde entier, construisent et utilisent des OBS. Comme les appareils sont conçus en vue d'applications légèrement différentes, les produits de chaque groupe sont également différents. Parce que nous voulons les déployer et les récupérer facilement, nos OBS sont petits et simples. Il se sont avérés fiables et ont recueilli des données dont l'analyse prendra plusieurs années à compléter. L'Université de la Colombie-Britannique et l'Université Dalhousie ont copié notre modèle pour leur propre usage.

RALPH

— D.E. Heffler et D.L. Forbes

Don Forbes

Les vagues de vent, les tempêtes et les courants de marée donnent naissance à des mouvements considérables des sédiments du fond de la mer. Cependant, on ignore à peu près tout de ce phénomène, en dépit de recherches intensives à échelle mondiale. La recherche dans ce domaine a été gênée par le manque d'appareils de mesure du transport des sédiments. C'est pourquoi le Centre géoscientifique de l'Atlantique conçut au printemps 1978 un appareil surnommé RALPH, en vue d'étudier les systèmes sédimentaires côtiers et les mécanismes de transport des sédiments.

Les variables les plus importantes influant sur le transport des sédiments sont la vitesse des courants, le relief du fond et la concentration des sédiments en suspension. RALPH est équipé d'un réseau de sondes incluant courantomètres électromagnétiques, détecteurs de vagues (un transducteur à pression et un sonar dirigé vers le haut), lecteur par atténuation optique et appareil photo séquentiel pour photographie du fond. Ces sondes peuvent échantillonner au rythme d'un par seconde, et les données sont prétraitées et entreposées sur bande magnétique numérique. L'ensemble est monté sur un tripode et déployé sur le fond de la mer.

Comme une seule grosse tempête peut déplacer plus de sédiments qu'un temps modéré pendant un an, il est important que RALPH puisse demeurer sur le fond de la mer assez longtemps pour qu'il ait la chance de recueillir des données par tempêtes. RALPH a donc été conçu comme instrument autonome nécessitant peu de puissance et capable d'échantillonner des conditions locales. Il peut fonctionner pendant plus d'un mois sans être raccordé à la côte ou au navire.

Les données recueillies par RALPH peuvent être coordonnées avec celles d'autres sources. Dans bien des déploiements en mer, nous amarrons des courantomètres supplémentaires ou recueillons des données sur la météorologie et sur le climat des vagues. Les sédiments peuvent être échantillonnés afin de déterminer la distribution des tailles, la densité et autres propriétés influençant les phénomènes de transport des sédiments. En eau peu profonde, des plongeurs autonomes peuvent observer directement la configuration du fond, prélever des carot-

RALPH est le nom donné à un ensemble mis au point et construit par le Centre géoscientifique de l'Atlantique dans le but d'étudier les caractéristiques des sédiments côtiers et la mécanique de leur transport.

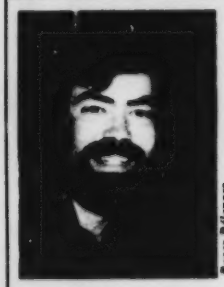
tes ou accomplir toute autre tâche dans des conditions de non-tempête. Près de la côte et dans les eaux du plateau, on effectue des levés bathymétriques et par sonar à balayage latéral dans la région où est déployé l'instrument, en vue d'évaluer la possibilité d'appliquer les données de RALPH aux conditions qui prévalent à d'autres endroits avoisinants.

RALPH a été utilisé pour la première fois en novembre 1981 au cours d'une étude à proximité de la côte dans la baie Aspy, en Nouvelle-Écosse. Cette expérience a permis de recueillir d'utiles données sur la stabilité des formes du fond et le refaçonnage des sédiments par les organismes. Elle a également conduit à des modifications de l'appareil : on a introduit un support plus grand et plus stable mais moins étrange, et accéléré les sondages et le degré de prétraitement à bord.

On a essayé sans succès pendant 3 ans de déployer RALPH, durant la saison des tempetes d'hiver, au site d'Hibernia, sur les Grands bancs. Le gros temps, la glace, le naufrage de l'*Ocean Ranger* et des problèmes logistiques et autres ont empêché la réalisation d'un projet dans cet important domaine. Depuis, cependant, RALPH a été déployé deux fois près du site de Venture, au large de l'île de Sable. Lors du premier déploiement, on a obtenu d'excellentes photographies de la migration de rides produites par les courants. On a de nouveau déployé RALPH en juillet 1982 et obtenu des photos supplémentaires des changements du relief au fond, ainsi que des données coïncidentes sur les courants et les vagues. On a également utilisé RALPH sur la côte est de la Nouvelle-Écosse et dans la mer de Beaufort. Les déploiements à l'île de Sable et dans la mer de Beaufort ont été effectués en collaboration avec l'industrie pétrolière. On se propose également d'utiliser l'appareil dans le golfe du Saint-Laurent (pour appuyer l'étude des sédiments de la côte canadienne), dans la baie de Fundy et sur le plateau du Labrador.

La caméra à flocons

— J.P.M. Syvitski et D.E. Heffler



James Syvitski

L'étude des particules en suspension dans la mer, tant individuelles que floculées, organiques qu'inorganiques, présente certaines difficultés. On peut mesurer la concentration en vrac de sédiments en suspension, leur composition et leurs caractéristiques chimiques, mais on n'a pu que conjecturer la densité des flocons et la distribution des tailles de ces particules dans l'océan lui-même.

Les méthodes analytiques d'études des particules dans l'océan posent de nombreux problèmes et ont été la cause de graves erreurs dans l'estimation du taux d'accumulation des sédiments sur le fond. La recherche sur les particules en suspension a jusqu'à maintenant été limitée à des échantillons d'eau recueillis à diverses profondeurs et filtrés doucement à bord. Cependant, les propriétés de ces particules peuvent être modifiées au cours de l'échantillonage : les appareils ordinaires d'échantillonnage d'eau peuvent briser les flocons délicats, une concentration accrue des particules au fond des échantillonneurs peut favoriser une plus grande interaction du matériel qu'il en existe réellement dans l'océan et enfin le filtrage des particules à l'aide de pompes submergées peut détruire les caractéristiques des particules floculées.

On possède très peu d'information sur la vitesse instantanée de descente de plusieurs types de particules de sédiments en suspension dans l'eau; il n'existe à peu près pas de théorie pour décrire ce comportement. On a observé des particules en suspension à travers les hublots de submersibles, observations utiles en ceci qu'elles ont démontré que l'échantillonnage conventionnel des particules donnait une fausse représentation de la situation réelle. Par ailleurs, ces observations «à l'oeil» sont qualitatives et ne font que révéler des changements grossiers de types de particules en suspension.

On a donc besoin d'un appareil pouvant être largué d'un navire, afin d'enregistrer la structure des sédiments en suspension qui serviront à des analyses quantitatives subséquentes. Spécifiquement, on veut connaître : (1) le nombre de particules présentes dans un volume d'eau donné; (2) la distribution des tailles des particules dans ce volume; (3) l'espace entre les parti-

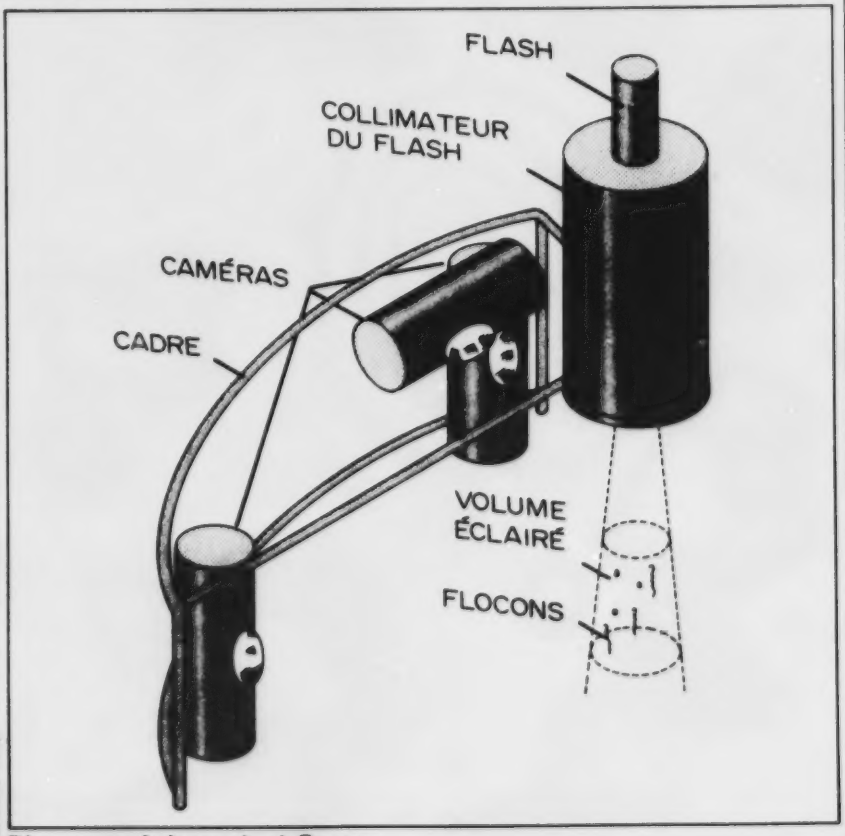
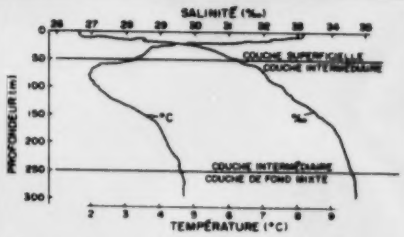


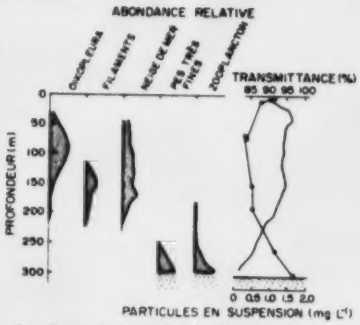
Diagramme de la caméra à flocons.

cules; (4) la vitesse relative ou absolue de déposition des diverses particules; et (5) la variation de ces propriétés en fonction du temps ou de la profondeur.

Nous avons mis au point un ensemble photographique consistant en un flash Xenon avec collimateur, trois caméras, un détecteur de profondeur et un organe de commande d'ordinateur pour le lien et l'opération des composantes d'une manière programmable. On pourra, grâce à cet ensemble, photographier les particules dans une zone non dérangée par la descente de l'appareil. La source lumineuse collimatée permettra d'éviter les particules d'avant et d'arrière-plan brouillées, qui nuisent à l'analyse des images (c'est à cause de ce problème que les photos prises de submersibles ne peuvent être utilisées dans une évaluation quantitative). Le cadre de l'appareil est conçu de telle façon que les caméras sont mobiles et que leurs angles peuvent être modifiés selon le volume des particules illuminées. La position des caméras assurera une couverture complète de l'agencement des particules illuminées. Chaque caméra de 35 mm est actionnée par moteur, possède un dos étendu et est placée dans un récipient résistant à la pression, spécialement conçu. Le montage de l'ordinateur déclenche les caméras et les flash, enregistrant le numéro de la photo, la date, l'heure et la



La figure du haut montre un profil de salinité-température typique du bas estuaire du Saint-Laurent. Celle du bas donne un résumé des observations faites au même endroit sur les particules du sédiment.



profondeur. Le mécanisme de déclenchement peut être programmé en fonction du temps (permettant plusieurs photos à une profondeur donnée) et de la profondeur. Le systeme sera initialement descendu au moyen d'un treuil hydrographique portatif, mais nous espérons pouvoir le modifier de façon à réaliser des descentes et des remontées programmables et sans fil. L'appareil peut être déployé d'un bateau avec un minimum d'équipement de manutention.

Le film a tout d'abord été converti en épreuves agrandies, et nous transformons en numérique les coordonnées des positions et la grosseur des particules. Nous espérons plus tard utiliser des systèmes d'analyse d'images qui permettront la transformation en numérique automatisée de ces dernières. Ensuite, les données sur les coordonnées et la taille des particules obtenues à l'aide des trois caméras sont réunies dans un fichier d'ordinateur et la matrice des particules et analysée trigonométriquement. Au moment où nous écrivons ces lignes, l'ensemble photographique a été testé en bassin marin, où les objets sont photographiés en vue de calibrer l'instrument. Sa résolution minimale des tailles des particules est inférieure à 50 microns. Une telle résolution est acceptable; la plupart des particules de «neige marine» sont au moins deux fois plus grosses. Nous avons l'intention de tester sur le terrain et de calibrer le système de caméras bientôt et de définir ses limitations sur le terrain dès septembre 1984.

Méthodes géochimiques en mer

— D.E. Buckley

Dale Buckley

Les spécialistes de la géochimie marine sont surtout intéressés à déterminer la façon dont se produisent les réactions chimiques entre les sédiments et l'eau dans l'océan. Ils étudient également la façon dont ces réactions sont influencées par les communautés biologiques dans la colonne d'eau ou au fond de la mer.

Il y eut, ces dernières années, un renouveau d'intérêt à l'endroit de la nature et de la réactivité géochimique des sédiments des profondeurs, en partie parce que ces derniers pourraient devenir un entrepôt pour les déchets, y compris déchets radioactifs. Il s'agit pour les scientifiques de déterminer la signification des réactions chimiques parfois très lentes qui peuvent se produire à l'interface sédiment-eau, ainsi qu'à l'intérieur des sédiments eux-mêmes. Le travail du géochimiste consiste à recueillir des échantillons, exécuter des séparations de phases et des déterminations analytiques, tout en s'assurant que les échantillons ne subissent que des changements minima. Le travail doit être accompli rapidement, alors que les échantillons sont maintenus dans des conditions semblables à celles du fond de la mer. C'est pourquoi les carottes de sédiments sont rapidement placées dans des laboratoires réfrigérés, maintenus à 2-4 °C. On prélève à même ces carottes des sous-échantillons à l'intérieur d'une boîte à gants baignée d'azote inerte afin d'empêcher l'oxygène atmosphérique normal de produire des changements chimiques dans les échantillons. Plusieurs mesures et tests chimiques sont réalisés à l'intérieur de la boîte à gants à l'aide de sondes électropotentielles, telles que l'électrode à pH standard et une électrode de platine à combinaisons permettant de mesurer le potentiel redox (réduction-oxydation). Le géochimiste, en utilisant une atmosphère d'azote refroidie pour ces mesures, espère contrôler les changements susceptibles de se produire dans les échantillons à la suite de la remontée des profondeurs froides de l'océan. Le changement de pression, de plus de 400 atmosphères à une atmosphère, n'est toutefois pas contrôlé par cette méthode.

Le géochimiste doit connaître la façon dont les sédiments réagissent avec l'eau de

Le géochimiste Ray Cranston prépare des échantillons en vue de l'extraction de l'eau interstitielle. Le travail se fait à l'intérieur d'une boîte à gants remplie de gaz d'azote inerte, ce qui empêche une oxydation susceptible d'altérer les échantillons.

mer qui y est emprisonnée (eau interstitielle). Les analyses chimiques doivent donc être réalisées à la fois sur la phase solide et la phase aqueuse des échantillons en vrac. Pour ces deux déterminations distinctes, il faut séparer l'eau interstitielle des sédiments sans provoquer de réaction chimique. On y arrive en comprimant les sédiments dans un vase à l'aide d'une haute pression d'oxygène ou par centrifugation jusqu'à ce que l'eau interstitielle sorte des sédiments. Les séparations doivent être effectuées en atmosphère d'azote froide afin d'empêcher des réactions de se produire.

Les sédiments et l'eau doivent ensuite être analysés immédiatement à bord du navire océanographique, avant que d'autres changements chimiques se produisent. L'alcalinité totale et les sulphates dissous sont rapidement mesurés par titrage chimique et électrodes à spécificité ionique. Autant que possible, les analyses chimiques sont faites à bord du navire océanographique. Les résultats sont alors plus fiables que si les échantillons avaient été entreposés durant plusieurs semaines avant d'être analysés. Pour ces analyses en mer, des laboratoires entiers peuvent être équipés d'analyseurs automatiques pouvant mesurer la concentration des éléments nutritifs dissous, tels que nitrates, nitrites, phosphates et silicates. Dans certains cas, même des éléments à l'état de traces, à des concentrations de seulement quelques parties par milliard, peuvent être déterminés en mer. Il est possible d'analyser des éléments tels que Hg, Zn, Cu, Cd et Pb dans un laboratoire de spectroscopie à absorption atomique entièrement équipé.

À l'avenir, les spécialistes de la géochimie marine essaieront de mettre au point des instruments et des méthodes d'échantillonnage qui leur permettront de faire des déterminations chimiques et des séparations de phases dans un milieu non perturbé, c'est-à-dire *in situ*. Il faudra pour cela concevoir des ensembles d'appareils submersibles pouvant contenir des sondes à spécificité ionique et des séparateurs de phase agissant à distance sur le fond de l'océan, à des profondeurs de 6 000 m ou plus. Si l'on y réussit, le géochimiste sera en mesure d'évaluer une des plus difficiles variables à contrôler — l'effet d'une pression de 600 atmosphères sur les réactions et l'équilibre chimiques.

Sondes en océanographie biologique

— A.W. Herman

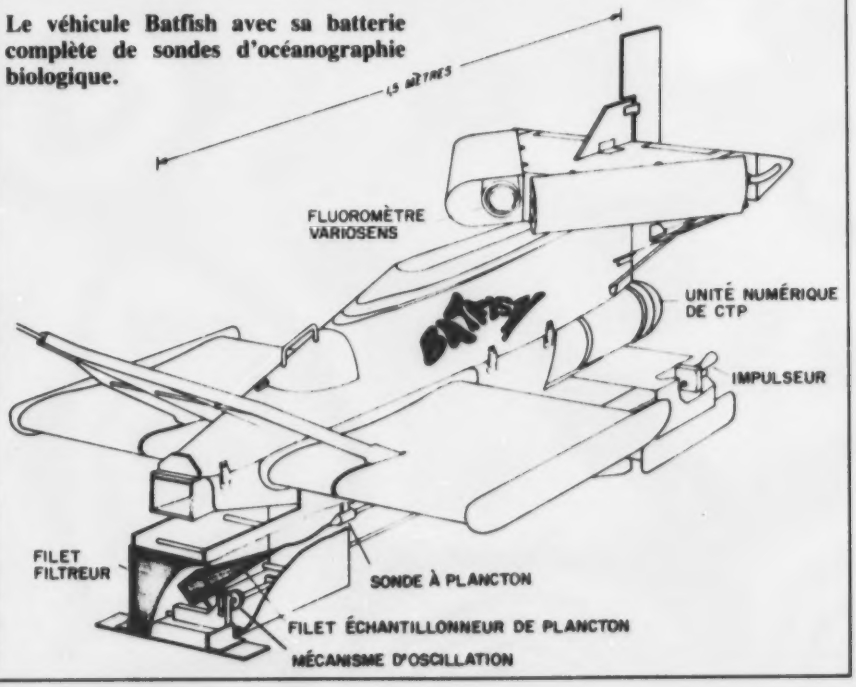
Les océanographes ont réalisé il y a 20 ans que leurs appareils n'étaient pas suffisamment sensibles pour mesurer des processus à très petite échelle. À cette époque, les océanographes biologistes ont commencé à douter de la fiabilité statistique des échantillons, avec la réalisation que la distribution tant du phytoplancton que du zooplancton était très irrégulière. La dispersion horizontale présentait un intérêt particulier et, afin de la décrire, ainsi que ses caractéristiques, il fallait des appareils remorqués qui assureraient des profils d'une distance d'environ 1 km. Pour ce qui est des interactions verticales entre le phytoplancton et le zooplancton qui s'en nourrit, on avait besoin d'une résolution verticale d'environ 1 m.

Le Batfish est un véhicule qui a été mis au point à l'IOB au début des années soixante-dix afin de fournir la résolution horizontale et verticale désirée. Le véhicule est remorqué derrière le navire à des vitesses contrôlées de 5 à 12 noeuds. Il se déplace en dents de scie et produit un profil vertical de la colonne d'eau jusqu'à une profondeur de 400 m. Le Batfish est avant tout une plate-forme pour le transport des sondes océanographiques utilisées en sciences biologiques et physiques (voir la première figure). La sonde CTP mesure la salinité, la température et la profondeur, ce qui nous permet de connaître les paramètres physiques reliant et le phytoplancton et le zooplancton avec l'environnement. Le fluoromètre détermine la fluorescence de la chlorophylle *a*, un indice de la biomasse phytoplanctonique présente. Un filet à plancton conique, monté sur le châssis du Batfish, concentre les petits copépodes et les oriente vers une sonde de conductivité qui, en plus de compter les animaux, en mesure aussi la taille.

La deuxième figure montre des profils verticaux réalisés au Batfish à la marge extérieure du plateau de la Nouvelle-Écosse. Dans ce cas, on avait remorqué l'appareil en travers de la marge du plateau continental, le long d'un transect nord-sud, jusqu'à une profondeur d'environ 110 m. La trace en dents de scie de la profondeur indique des cycles distincts d'environ 1 km, ce qui signifie que chaque profil oblique donne une résolution horizonatle d'environ 0,5 km. Les données sur la température, la salinité, la densité et la chlorophylle *a* sont indiquées en fonction de la profondeur dans la figure, et les sections qui en résultent démontrent la capacité du système Batfish à détecter des caractéristiques à petite échelle dans une zone frontale où se trouvent des gradients prononcés.

Comme nous le mentionnions dans la *Revue 1982 de l'IOB* (dans un article commençant à la page 28), l'analyse des profils réalisés au Batfish dans plusieurs régions montre que les copépodes se rassemblent à des profondeurs d'environ 8 à 10 m moindres que le maximum de la chlorophylle *a*. Cette observation ne fait cependant que commencer à être scientifiquement acceptée, parce que de

Le véhicule Batfish avec sa batterie complète de sondes d'océanographie biologique.



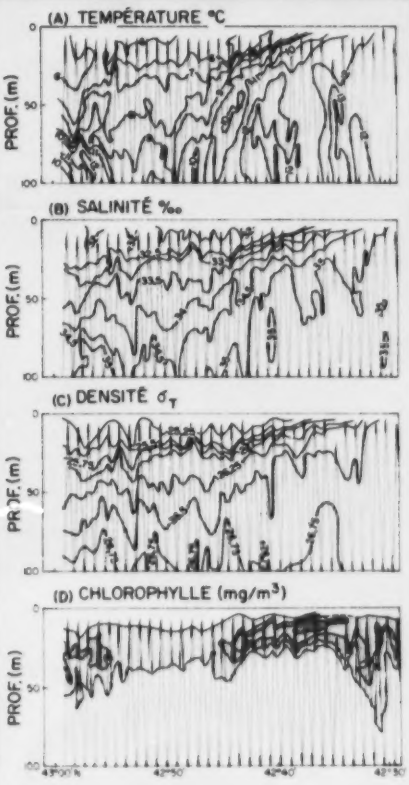
telles mesures étaient impossibles dans le passé, quand la résolution verticale des échantillonneurs existants était grossière (>10 m).

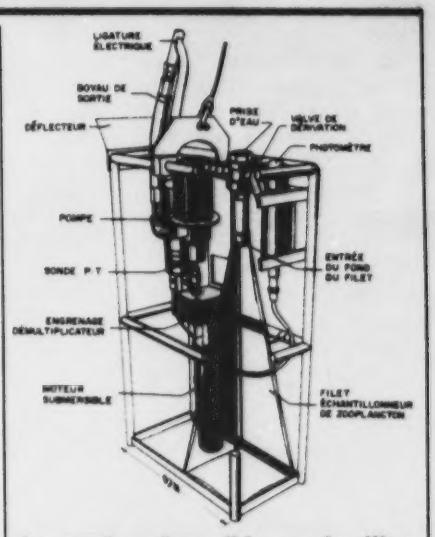
La technologie du Batfish a été transférée à l'industrie, et l'appareil est commercialisé par Guildline Instruments Ltd., de Smiths Falls (Ontario). Des systèmes ont été vendus localement ainsi qu'à l'étranger, Chine, Japon, Royaume-Uni, Hollande et Allemagne de l'Ouest; la France, l'Italie et l'Australie se sont montrées intéressées à ce système. Bien que le développement de Batfish lui-même soit terminé, celui des sondes montées sur l'appareil offre des possibilités illimitées.

Il a fallu faire appel à l'industrie dans le développement de sondes, telles que le compteur de zooplancton. Sea-Met Sciences Ltd. nous a aidé dans la conception électronique et l'ingénierie de cet appareil, alors que deux firmes locales des Maritimes — Hardy Associates Ltd. et McLaren Plansearch Ltd. — ont fait les analyses d'échantillons nécessaires à la vérification du fonctionnement du compteur. D'autres firmes des Maritimes, telles que Imperial Optical Ltd., nous ont fourni une excellente aide technique dans la conception des lentilles utilisées sur notre nouveau compteur de plancton optique.

Bien que le Batfish soit l'objet d'un intérêt croissant, il a quand même un défaut, celui de ne pouvoir remonter à bord des échantillons d'eau en vue d'analyses biologiques. Afin d'y remédier, nous avons mis au point le système de pompage à profilage continu, qui fournit de grandes quantités d'eau de mer sur le pont, tout en établissant des profils biologiques/physiques de température, pression, irradiance, chlorophylle *a* et copépodes. Ces profils sont obtenus alors que le navire est stationnaire : c'est pourquoi le système de pompage ne donne pas la même résolution horizontale et couverture spatiale que le Batfish.

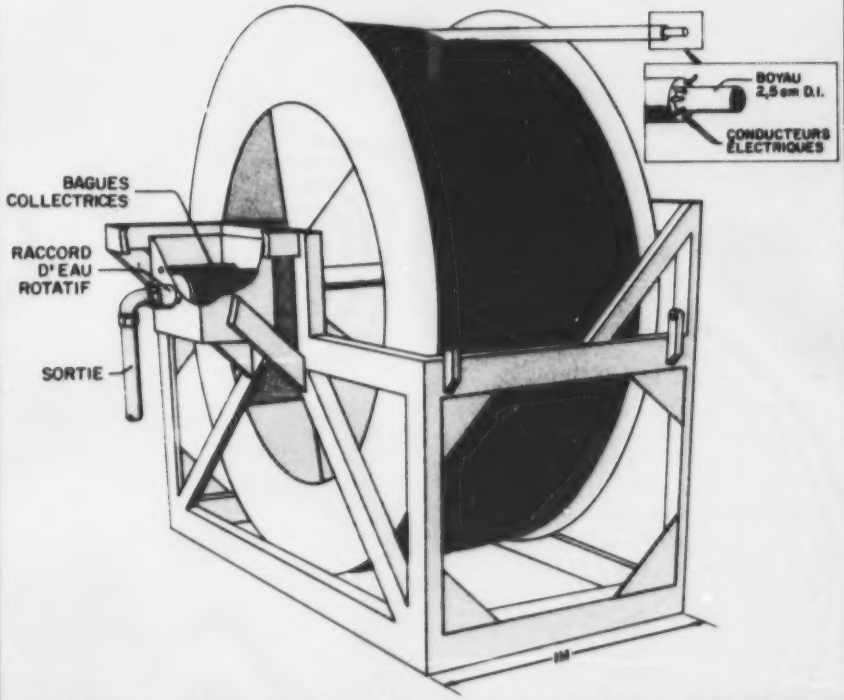
La troisième figure montre la sonde submersible munie d'instruments. Au cours de la descente, le filet échantillonneur piège et concentre la zooplancton dans le fond du filet, d'où il est enlevé par succion de la pompe. Cette méthode de piégeage du zooplancton avant pompage atténue le problème traditionnel de l'évitement, par le zooplancton, de la prise d'eau de la pompe. La sonde submersible est abaissée à l'aide d'un câble boyau/conducteur (quatrième figure) comprenant un boyau de caoutchouc au centre et des conducteurs électriques à la périphérie. Ces derniers sont ensuite placés dans une gaine de polyuréthane refoulé. L'eau de mer, de même que la puissance électrique et les signaux, sont transmis par le moyeu du





La sonde submersible munie d'instruments piège et concentre les échantillons de zooplancton à l'entrée du fond du filet, d'où ils sont enlevés par succion de la pompe.

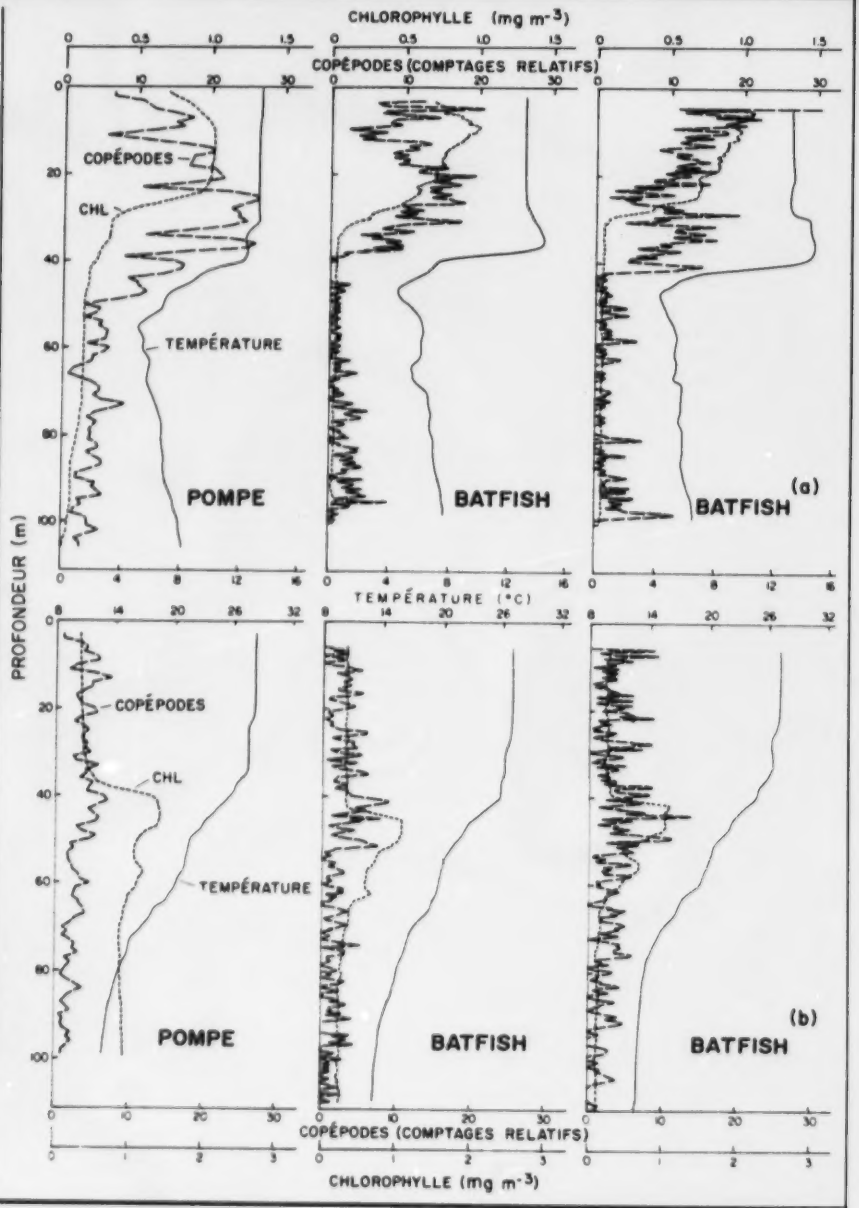
Exemples de données recueillies par le Batfish à la marge extérieure du plateau Scotian.◄



Le câble servant à mouiller la sonde submersible est formé d'un boyau de nylon central et de conducteurs électriques. L'eau de mer et le courant sont transférés par le moyeu du treuil au moyen de bagues collectrices électriques et d'un raccord rotatif pour l'eau, et qui permettent un profilage continu.

treuil au moyen de bagues collectrices électriques et d'un raccordement rotatif pour l'eau, permettant un profilage continu. Le système de pompage a une capacité de 50-60 litres par minute et permet un profilage jusqu'à une profondeur d'environ 110 m. La dernière figure montre des profils réalisés dans les eaux du plateau de la Nouvelle-Écosse (a) et dans le Pacifique tropical oriental (b).

L'industrie a collaboré de diverses manières à la conception des composantes du système de pompage à profilage. Le câble boyau/conducteur qui apparaît dans la quatrième figure a été fabriqué à la demande de l'IOB par une firme de l'extérieur (Shaw Industries Ltd.), dont le personnel technique et les ingénieurs nous ont aidé dans le design de chaque génération de fabrication du câble. Des firmes locales sont également chargées de l'analyse des échantillons de phytoplancton recueillis par la pompe. Les biologistes du Laboratoire d'écologie marine se chargent maintenant du fonctionnement du système de pompe à profilage et, à mesure que l'intérêt continuera de croître, la conception et la technologie de fabrication seront transférées à l'industrie locale.



Exemples de profils recueillis dans les eaux du plateau Scotian (a) et du Pacifique tropical oriental (b). Dans chaque cas, les deux profils de Batfish ont été établis dans la même zone échantillonnée une heure plus tôt par la pompe de la sonde submersible.

BIONESS

— D.D. Sameoto

Pour comprendre les relations entre le phytoplancton et le zooplancton, de même qu'entre les larves de poissons et les juvéniles, l'engin d'échantillonnage doit pouvoir capturer les organismes, ou tout au moins nous fournir des renseignements sur leurs concentrations. Jusqu'à récemment, les échantillonneurs étaient extrêmement limités sous ce rapport. C'est pourquoi l'IOB a mis au point en 1977 un nouveau type d'échantillonneur capable de recueillir des animaux de tailles variant de 30 microns à 10 cm et également de fournir des données, avec haute résolution, sur les paramètres d'océanographie physique. Cet échantillonneur porte le nom de BIONESS.

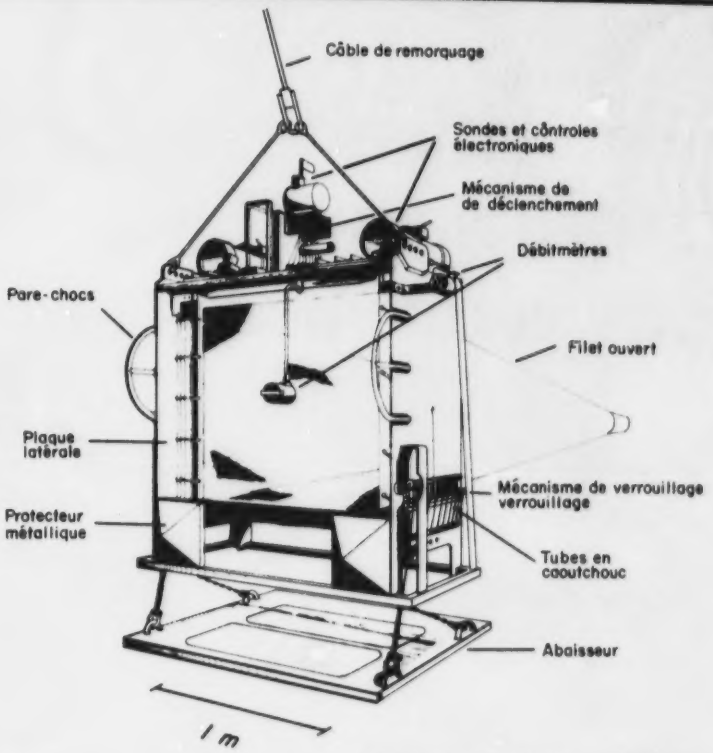
Doug Sameoto ajuste le débitmètre interne du BIONESS.

Le BIONESS (*Bedford Institute of Oceanography Net and Environment Sensing System* = Système de filets multiples et de détection de l'environnement de l'Institut océanographique de Bedford) et le LHPR (*Longhurst-Hardy Plankton Recorder* = Planctonmètre de Longhurst-Hardy) ont été les principaux instruments d'échantillonnage du zooplancton à l'IOB ces 5 dernières années. Le BIONESS (voir la première figure) est muni d'un système de 10 filets à mécanismes d'ouverture et de fermeture, chaque filet ayant une ouver-

ture de gueule de 1 m^2 et une grandeur de maille de 243 microns. Les filets sont fixés à des tiges d'acier et placés les uns derrière les autres. En ouvrant et en fermant ces filets, on prélève des échantillons à 10 profondeurs différentes, obtenant ainsi des données sur la distribution verticale des animaux dans l'océan. En outre, à la gueule de chacun des filets de 1 m^2, on peut monter un filet plus petit (15 cm de diamètre, 30 microns de grandeur de maille) afin de recueillir le microzooplancton qui, normalement, passe à travers le filet de maille de 243 microns. Ces deux grandeurs de maille permettent donc de recueillir, dans un seul trait, 20 échantillons séparés.

Le BIONESS pèse environ 780 kg. Il est ordinairement remorqué par un navire à une vitesse de 1,5 m s^{-1}, mais peut l'être à des vitesses aussi grandes que 3 m s^{-1}. Malgré sa petite taille, le BIONESS est un système efficace. En fait, au cours d'un essai, il s'est comparé favorablement avec le chalut Engel, beaucoup plus grand (80 m^2 d'ouverture). Avec ces filets de 243 microns, le BIONESS a recueilli de gros exemplaires du myctophide *Benthosema glaciale* et de la crevette pélagique *Sergestes arctica* tout aussi efficacement que le grand chalut, ce que plusieurs n'auraient pas cru possible.

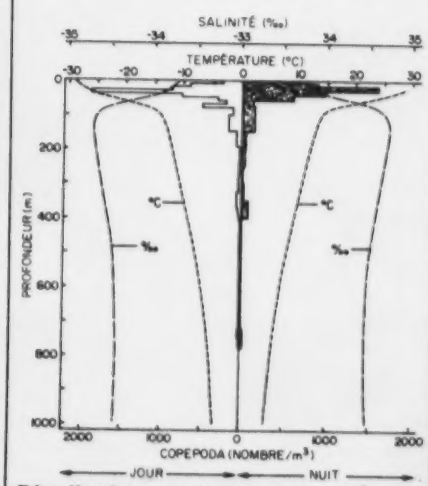
Un nouveau système de commande électronique, capable d'actionner à la fois le BIONESS et le LHPR, a été fabriqué. Ce système incorpore une unité sous-marine constituée par un micro-ordinateur et une unité de contact recevant les données d'un réseau de sonde, alors qu'une unité de pont utilisant deux micro-ordinateurs étroitement raccordés contrôle l'unité sous-marine et réduit, affiche et enregistre les données. Ce système fonctionne suivant deux modes : il peut être commandé par l'intermédiaire d'un câble à huit conducteurs liés au navire et par lesquels les ordres sont transmis à l'échantillonneur et l'information envoyée au navire. Il peut en outre fonctionner en un mode autonome. Dans l'opération autonome, le micro-ordinateur placé sur l'échantillonneur est préprogrammé de façon à commencer l'échantillonnage au filet et la collection de données en océanographie physique à un point déterminé, tel que profondeur, salinité, ou temps particuliers. Les données sont entreposées sur bande magnétique dans l'échantillonneur lui-même et transférées subséquemment sur une autre bande magnétique, celle-là dans l'unité de pont, en vue d'analyses futures. Le mode d'opération autonome permet d'échantillonner l'océan dans toute sa profondeur, sans



Le BIONESS tel qu'il apparaîtrait lorsque traîné avec le premier filet ouvert. Pour simplifier, les conducteurs électriques du câble de remorquage vers les divers manomètres ont été omis.

avoir recours à un câble conducteur dispendieux, car l'appareil peut être remorqué à l'aide d'à peu près n'importe quel câble métallique.

Le nouveau système de commande permet de recueillir les données suivantes : température, salinité, profondeur, vitesse dans l'eau, volume d'eau filtrée, angle d'ouverture de l'échantillonneur, débit dans le filet, fluorescence de la chlorophylle *a* et lumière. Il peut également déclencher une caméra et une lampe stroboscopique. On peut, gâce à un canal supplémentaire, ajouter une autre sonde, telle qu'une électrode à oxygène, si on le désire.



Distribution verticale des copépodes par mètre cube d'eau de mer, ainsi que la température et la salinité à une station du Pacifique oriental.

Le BIONESS et le LHPR ont été utilisés pour des échantillonnages en océanographie biologique et physique dans plusieurs régions, depuis le Haut-Arctique jusqu'au Pacifique tropical oriental. Dans la première région, ont été recueillies de nombreuses données à des profondeurs allant jusqu'à 600 m sur le microzooplancton, le mésozooplancton et la structure de température et de salinité, à échelle fine, dans la colonne d'eau. Dans la seconde, des données semblables ont été recueillies à des profondeurs allant jusqu'à 1 000 m avec, en plus, une volumineuse collection de poissons et de larves de poissons mésopélagiques à toutes les profondeurs. Ces deux échantillonneurs ont été aussi utilisés dans l'étude de la distribution verticale et horizontale des différentes tailles de zooplancton et de micronecton à la frontière plateau-talus Scotian.

Le BIONESS est fabriqué commercialement par Eastern Marine Services Ltd., de Nouvelle-Écosse, et des unités ont été vendues à d'autres laboratoires canadiens.

CHAPITRE 4

Formulation de conseils sur des problèmes d'environnement et de pêche

Dans le but de protéger l'environnement et dans l'intérêt du public en général, le gouvernement du Canada a mis en place en ensemble de formalités visant à évaluer les répercussions de tout nouveau développement proposé. La marche à suivre est difficile à comprendre à cause des régimes administratifs différents au nord et au sud de 60° de latitude Nord, de la complexité des relations fédérales-provinciales et des mandats différents et interreliés des ministères gouvernementaux. Dans la première partie du présent chapitre, nous examinons la façon dont les diverses composantes de l'IOB s'acquittent de ces responsabilités dans le domaine de l'environnement et guide le non-initié dans le dédale des comités chargés de la coordination des travaux dans les régions du large de l'Atlantique et de l'Arctique canadiens.

PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX

— H.B. Nicholls

Brian Nicholls

Les forages d'exploration commencèrent en 1966 sur la côte est et, depuis, la recherche au large des côtes canadiennes, y compris l'Arctique, en vue de découvrir du pétrole et du gaz, a augmenté régulièrement. Il en a été de même des inquiétudes du public, surtout en ce qui a trait aux dangers de déversements accidentels de pétrole. Comme résultat, les scientifiques et les hydrographes de l'IOB sont de plus en plus impliqués dans l'examen et l'évaluation des prévisions de répercussions environnementales de ces développements. Dans la section qui suit, nous examinons les divers liens et mécanismes en place à l'IOB qui entrent en jeu lorsque surgissent des problèmes environnementaux.

Situations d'urgence en mer

Si l'IOB est en mesure d'intervenir dans des situations d'urgence en mer, c'est que son personnel a acquis des connaissances au cours de programmes à long terme de recherche et de levés, dont le but est de décrire l'environnement du large et de comprendre les processus en jeu : certains de ces programmes touchent directement les questions environnementales, telles que la contamination sublétale. Ils sont d'ailleurs entrepris dans le but spécifique de satisfaire à des besoins futurs et de pouvoir répondre aux questions que lui poseront, dans les années à venir, le gouvernement, l'industrie, la société dans des domaines tels que la gestion des ressources et de l'environnement.

Dans des situations d'urgence en mer, l'Institut doit répondre rapidement à une variété de questions, telles que la trajectoire probable d'une nappe de pétrole et l'effet que pourra avoir un déversement particulier sur les organismes marins. Les interventions d'urgence par le personnel de l'IOB, comme par exemple dans le cas de déversements et d'irruptions de pétrole, sont régies par des directives internes sur la façon de procéder dans des situations d'urgence. On y donne la marche à suivre, ainsi que le nom des scientifiques impliqués dans l'intervention. On note deux objectifs principaux :

(1) formuler des conseils et agir en réponse à des demandes émanant du représentant sur les lieux du ministère responsable de l'intervention; et
(2) enquêter sur la contamination de l'environnement marin et autres topiques autant que possible au moment de l'incident. C'est une occasion pour l'Institut de mieux comprendre les effets de l'environnement océanique sur de telles urgences; c'est pourquoi d'ailleurs une recherche de ce genre est normalement entreprise par une équipe coordonnée de chercheurs de l'IOB.

Dans la plupart des interventions d'urgence, le mécanisme de l'Équipe d'urgence environnementale régionale (Atlantique) (REET = *Regional Environmental Emergency Team*) est mis en marche. L'équipe peut comprendre des représentants des ministères fédéraux, des provinces et d'autres organismes : Sciences et levés océaniques (SLO) (Atlantique) du MPO et Centre géoscientifique de l'Atlantique du MEMR sont tous deux représentés sur cette équipe. La REET considère les zones délicates et les priorités, et conseille l'officier-en-charge sur les lieux. L'Institut est aussi représenté dans la groupe gouvernemental régional de hauts fonctionnaires, qui voit à ce qu'il y ait interaction efficace entre les divers ministères gouvernementaux impliqués dans l'intervention d'urgence et l'officier-en-charge sur les lieux. Un autre mécanisme dans lequel est impliqué l'Institut est le Plan conjoint Canada-États-Unis, assurant la coopération entre les deux pays en réponse à des contaminations menaçant leurs eaux ou zones côtières respectives. En plus de participer à l'intervention coodonnée de l'IOB dans son ensemble, chaque composante de l'Institut, dans son département respectif, a aussi ses responsabilités. Par exemple, SLO (Atlantique) joue un rôle important dans les cadres du Plan d'urgence en mer de la côte est (MPO) et est responable de la marche générale de ce plan.

Toujours en rapport avec les situations d'urgence en mer, l'Institut joue un autre rôle important : il examine les plans d'urgence ou de circonstances des sociétés pétrolières. D'après la section 79 du Règlement concernant la production de pétrole et de gaz du Canada, chaque opérateur doit s'assurer que des mesures de circonstance ont été formulées, qui sont applicables à toutes situations d'urgence prévisibles dans l'exécution d'un programme de forage, y compris déversements de pétrole; en outre, ces plans doivent être coordonnés avec d'autres semblables, locaux et nationaux, en cas d'interventions d'urgence. Avant même que les forages commencent, des copies des plans sont transmis aux ministères fédéraux appropriés et à des établissements tels que l'IOB, qui les examineront. Ces plans couvrent les volets suivants : la réponse ou l'action proposée; les données environnementales touchant le site de forage et la région qui peut être affectée par un déversement; les sensibilités biologiques, socio-économiques et celles de la ligne de côte; et les données sur l'équipement et le nettoyage. C'est dans l'étude des données et des sensibilités environnementales que l'Institut joue un rôle majeur. Ici, les spécialistes des diverses disciplines, océanographie physique, océanographie chimique, écologie marine, géologie marine, glace de mer, y compris pergélisol et icebergs, pêche et oiseaux de mer, passent en revue les sections pertinentes. On examine en détail certaines mesures proposées sur lesquelles l'Institut possède une expertise particulière, telles que la modélisation de la trajectoire des nappes de pétrole. Finalement, on s'assure que les plans s'accordent avec d'autres, tels que le plan d'urgence en mer de la côte est du MPO.

Évaluation environnementale au Canada

Une évaluation environnementale a pour objectif de déterminer la répercussion probable d'un développement projeté. Bien que la façon de procéder dans de telles évaluations soit institutionnalisée dans plusieurs pays — le Canada est doté d'un mécanisme fédéral d'examen de même que ses équivalents provinciaux — les méthodes d'évaluation sont moins avançées. Van Winkle *et al.* (1976) résumait ainsi la situation à laquelle avaient à faire face les personnes impliquées sur le terrain, notant qu'elles «ne peuvent s'empêcher de réaliser les limitations de la technologie d'évaluation environnementale ... quand on leur demande de jouer un rôle important dans un processus décisionnel, alors qu'elles se trouvent au centre de la controverse entre le progès industriel et économique et la protection de l'environnement.»

Le Processus d'évaluation environnementale et d'examen du Canada (EARP = *Environmental Assessment and Review Process*) a été établi par décision du Cabinet en 1973. Il a pour mandat de s'assurer que les répercussions sur l'environnement de tous les projets fédéraux — projets entrepris ou appuyés par des ministères ou organismes fédéraux, ceux pour lesquels une aide financière fédérale est demandée et ceux impliquant la propriété du gouvernement fédéral — sont évaluées avant toute décision finale. Il s'assure également que les résultats de ces évaluations sont incorporés dans la planification, la décision et l'exécution du projet. Étant donné que les régions du large de la côte canadienne sont définies, aux termes de la Loi sur la production et la conservation du pétrole et du gaz du Canada, comme étant propriétés fédérales (terres canadiennes), tout développement dans ces régions est soumis au EARP. En vertu de ce dernier, l'initiateur est défini comme étant le ministère ou l'organisme fédéral qui a l'intention d'entreprendre ou de parrainer un projet pouvant affecter l'environnement; l'auteur représente un organisme (autre que le gouvernement fédéral), une société ou toute autre organisation soumise au EARP à cause de l'implication du ministère fédéral (l'initiateur), soit par le biais de financement, de propriété ou de réglementation. Dans le cas du développement gazier Venture à l'île de Sable, par exemple, l'Administration des terres pétrolifères et gazéifères du Canada (COGLA) est l'initiateur, alors que Mobile Oil Canada Ltd. en est l'auteur. Lorsque, après examen formel et peut-être une évaluation environnementale initiale, l'initiateur détermine si l'entreprise proposée peut avoir des répercussions importantes, le FEARO — le Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales (*Federal Environmental Assessment Review Office*) qui administre le EARP — doit faire un examen formel de l'entreprise. Une commission est formée, avec mandat de préparer des lignes directrices pour la préparation d'une évaluation environnementale (EIS = *Environmental Impact Statement*). La EIS est préparée par l'auteur, soumise à la commission (via l'initiateur) et distribuée pour examen. Après des audiences publiques, le commission prépare un rapport dans lequel il conseille au ministre de l'Environnement soit de laisser le projet se poursuivre comme tel, de l'autoriser avec modifications ou encore d'y mettre fin. En plus du FEARO, l'Office national de l'énergie (ONE) s'assure que les projets n'auront pas de répercussions significatives sur l'environnement; l'ONE a le droit de regard sur les projets de développement énergétique, tandis que le FEARO s'occupe des projets fédéraux.

Examen des documents des évaluations environnementales

L'Institut est impliqué dans toutes les phases de l'évaluation environnementale, y compris le processus d'examen; produire des conseils, des données et de l'information; passer en revue la documentation; préparer des énoncés de position; et assister aux réunions et audiences. Très souvent, cette participation débute longtemps avant la phase de l'examen sélectif; l'auteur s'adresse au personnel de l'IOB s'il a besoin de données et de conseils. Cette coopération avec l'auteur, ordinairement sur la base de scientifique-à-scientifique, se poursuit invariablement tout au long du processus. Par la suite, on doit participer à : l'examen sélectif ou triage; l'examen de l'évaluation environnementale initiale; la préparation des lignes directrices à l'intention de la EIS; l'examen de cette dernière et des docu-

ments qui l'appuient; la préparation d'examens techniques et d'énoncés de position; la participation aux audiences des commissions et autres réunions; la revue du matériel supplémentaire. Dans toutes ces analyses, l'Institut considère à la fois la répercussion du projet sur l'environnement et, inversement, la répercussion de l'environnement sur le projet. En plus de la coopération avec le personnel de l'auteur, il y a contacts fréquents avec celui de l'initiateur, FEARO et ONE. Étant donné que les techniques et les énoncés de position se rapportant aux évaluations environnementales sont toujours préparés en accord avec les politiques départmentales, l'Institut océanographique de Bedford n'a pas à préparer de rapports comme tels : au lieu de cela, on trouvera les contributions de l'Institut dans les rapports et énoncés de position des trois ministères fédéraux représentés à l'IOB — MEMR, MPO et ME. Néanmoins, lors des examens techniques et autres activités, il y a étroite coopération entre le personnel de l'IOB et les trois départements, afin de s'assurer que le domaine des sciences marines est entièrement couvert.

Parce qu'il est l'unité la plus considérable de l'IOB, SLO Atlantique a organisé ses activités d'évaluation et d'examen en un mécanisme spécial, désigné sous le nom d'Équipe de coordination des évaluations environnementales (ENACT = *Environmental Assessment Co-ordinating Team*). L'objectif de l'ENACT est de formuler des conseils à l'intention des gestionnaires régionaux principaux sur les évaluations environnementales et leurs examens, et de coordonner les activités régionales dans ce domaine. L'équipe comprend :

- le chef de la Division de l'information océanique (président);
- le chef de la Division de l'océanographie côtière, Laboratoire océanographique de l'Atlantique;
- le chef de la Division de la qualité de l'environnement, Laboratoire d'écologie marine; et
- l'officier de planification du Service hydrographique du Canada (Région de l'Atlantique)

ENACT organise des groupes d'experts chargés d'examiner des EIS spécifiques, etc., alors que le président de l'ENACT, secondé par les membres, compile la revue régionale consolidée (qui, à son tour est incorporée dans celle du MPO). Le Centre géoscientifique de l'Atlantique met en place des équipes spéciales chargées d'étudier chaque projet; leurs études sont acheminées vers l'administration centrale de la Commission géologique du Canada et coordonnées, au sein du MEMR, par le Bureau des affaires environnementales. L'Unité de recherche sur les oiseaux de mer apporte sa contribution par l'intermédiaire du Bureau régional du Service canadien de la faune du ME, alors que la Division des poissons de mer de Service des pêches de l'Atlantique du MPO achemine la sienne via le Bureau de la coordination environnementale des pêches de la Région Scotia-Fundy du MPO. Comme nous le mentionnions plus haut, tous les scientifiques impliqués dans l'examen d'un projet particulier maintiennent une étroite liaison à l'intérieur de l'IOB. Divers comités interministériels de la Région atlantique assurent également la coordination, comme c'est le cas du Comité interministériel sur les problèmes environnementaux et le Comité régional de triage et de coordination.

L'environnement du large forme un système dynamique et complexe, dont les interactions sont difficiles à évaluer et souvent mal comprises. Longhurst (1980) faisait remarquer : «la perspective d'un développement au large d'importants champs pétrolifères et gazéifères sur nos plateaux continentaux de l'est soulève tout en ensemble de questions nouvelles. À ce jour, notre évaluation de l'environnement marin s'est concentrée en très grande partie sur les effets sur la côte . . . On a maintenant besoin d'évaluations environnementales et de prédictions des répercussions en haute mer, tâche pour laquelle on avait très peu d'expérience.» Ceci résume la situation à laquelle les scientifiques de l'Institut doivent faire face quand on leur demande d'examiner les évaluations environnementales préparées par l'industrie pétrolière et autres.

La première mention du rôle de l'Institut dans les processus d'évaluation environnementale formels apparaît dans l'édition de 1975/76 de la Revue bisannuelle de l'Institut (Neu, 1977). Il y eut naturellement beaucoup de travail de fait en rapport avec l'évaluation environnementale de développements industriels (p. ex., en 1973, sur les aspects concernant la mer du projet de raffinerie à Eastport, dans le Maine, qui nécessiterait le passage des pétroliers dans les eaux canadiennes en route vers leur terminal maritime), mais ce travail ne faisait partie d'aucun processus formel. Sous la rubrique Évaluation environnementale (Neu, 1977, p. 31), on relève l'énoncé suivant : «à la demande des organismes fédéraux et provinciaux, on effectue un grand nombre d'investigations et d'évaluations environnementales. Les principaux projets sont les suivants : la centrale nucléaire de Pointe Lepreau (Nouveau-Brunswick), le design de la prise d'eau et de l'évacuation de l'eau usée du système de refroidissement de la centrale électrique à vapeur de Coleson Cove (Nouveau-Brunswick), l'amélioration du chenal de la Miramichi (Nouveau-Brunswick), le design de la jetée de Gabarus (Nouvelle-Écosse), le développement du quai public du détroit de Canso (Nouvelle-Écosse), le deuxième quai pour navires-conteneurs à Halifax et le terminal pétrolier en eau profonde de Tiner Point (Nouveau-Brunswick).» Ce sont tous des projets côtiers. Un seul, celui de la centrale nucléaire de Pointe Lepreau, est un projet intéressant la commission, aux termes du EARP (le premier projet étudié selon ce processus).

L'Institut a joué un rôle majeur dans l'analyse de tous les projets se rapportant au pétrole et au gaz offshore, et dans un projet touchant le gaz côtier, comportant un aspect important de transport maritime (le projet-pilote de l'Arctique). Le premier a été le projet de forage offshore dans l'Arctique oriental, au sud du détroit de Davis, proposé à l'été 1976, le rapport de la commission étant adressé au ministre de l'Environnement en novembre 1978. L'Institut a reçu en mai 1978 la EIS et les documents à l'appui du projet. Les scientifiques de tous les départements de l'IOB ont examiné des documents, et deux scientifiques, le Dr R. Brown, de l'Unité de recherche sur les oiseaux de mer du SCF, et le Dr H. Sandstrom, de SLO Atlantique, ont assisté aux audiences publiques à Frobisher Bay. Dans son rapport au ministre de l'Environnement, la commission recommandait qu'on donne le feu vert au projet seulement si certaines conditions étaient remplies à la satisfaction des organismes régulatoires pertinents. Une EIS supplémentaire a été fournie par l'initiateur en réponse aux inquiétudes exprimées par la commission; ceci a également été examiné par l'Institut. Par la suite, l'IOB a joué un rôle majeur dans les projets suivants :

- Projet de forage du détroit de Lancaster (soumis en 1977; rapport de la commission au ministre du ME 1979)
- Projet-pilote de l'Arctique soumis à EARP 1977; commissions séparées formées pour les composantes septentrionales (au nord de 60° de latitude N.) et les terminaux (deux) méridionaux alternatifs; rapports des commissions soumis au ministre du ME en 1980 et 1981
- Forage au large dans l'Arctique oriental — nord du détroit de Davis (soumis au processus EARP en 1977; EIS en voie de préparation)
- Développement d'hydrocarbures dans la mer de Beaufort (soumis à EARP en 1980; EIS distribuée en 1982)

- Production pétrolière possible sur les Grands bancs (soumise à EARP en 1980; EIS en voie de préparation)
- Développement gazier Venture à l'île de Sable (soumis à EARP en 1982; EIS distribuée en 1983)

Le personnel de l'Institut a également été impliqué dans plusieurs autres projets de commission (p. ex., le Projet du gaz polaire), dans les cas où une évaluation environnementale initiale a été préparée, mais qui n'ont pas encore été soumis au FEARO (p. ex., au large du Labrador), ainsi que dans plusieurs autres projets au stade de triage. Dans certains projets de commission, SLO Atlantique ou le Centre géoscientifique de l'Atlantique, ou les deux, sont chargés par leur ministère respectif de prendre l'initiative dans la préparation de l'examen technique et de l'énoncé de position pour le compte de leur ministère — p. ex., SLO Atlantique dans le cas de la EIS de Venture à l'île de Sable.

Autres activités d'évaluation environnementale et d'examen

L'examen des EIS et documents qui s'y rapportent est une des nombreuses activités de l'Institut dans le domaine de l'environnement en rapport avec un développement pétrolier au large. Pour ce qui est de projets spécifiques, l'intervention débute dès la conception du projet et se poursuit pendant les phases de planification, de développement et d'opération, jusqu'à son abandon. L'Institut est cependant impliqué dans des questions d'aspect plus général, d'une nature nationale/régionale particulière à certains sujets et dans l'élaboration des politiques. C'est ainsi, par exemple, que l'Institut participe activement à :

- la préparation du Livre vert sur le détroit de Lancaster
- l'analyse intégrée d'une route pour le Projet-pilote de l'Arctique
- l'élaboration d'une politique de conservation des organismes et des habitats marins dans l'Arctique
- la classification des zones de l'Arctique et du large de la côte est, à être utilisée au moment de la renégociation des accords touchant l'exploration pétrolière et gazière
- le développement de lignes directrices environnementales pour l'exploitation minière du fond de la mer au large; et
- la recherche et les discussions sur l'immersion des déchets radioactifs dans les profondeurs de l'océan (activité à laquelle le Canada ne se livre pas, mais qui l'intéresse quand même, à cause de ses aspects environnementaux)

Comme autre responsabilité, on peut mentionner l'évaluation scientifique et technique des demandes de permis d'immersion de substances en mer. Il est défendu de se débarasser de tout substance en mer sans un permis du ME, qui, normalement, sera refusé dans le cas de substances susceptibles de nuire à l'environnement marin. Ces demandes de permis sont transmises à l'Institut par le Comité consultatif régional atlantique de l'immersion des déchets en mer (RODAC = *Atlantic Regional Ocean Dumping Advisory Committee*). Ces demandes sont examinées de près à l'IOB par des spécialistes en géologie marine, biologie marine, océanographie chimique, océanographie physique et hydrographie, afin de s'assurer que l'immersion proposée ne nuira pas à l'environnement et est conforme au règlement établi en vertu de la Loi sur l'immersion des déchets en mer. L'Institut prépare, pour chaque application, un rapport coordoné.

D'importantes composantes de l'intervention de l'IOB dans des questions d'environnement consistent à fournir à d'autres ministères et organismes gouvernementaux, tels que COGLA, des données engendrées à l'IOB, avec leur interprétation, et des études thématiques spéciales menées pour le compte de ces organismes (et financées par eux). Comme exemple de ces dernières, on note la recherche à l'appui du Programme énergétique national, administré par le Bureau de recherche et de développement énergétique (OERD = *Office of Energy Research and Development*). Le Centre géoscientifique de l'Atlantique et le Laboratoire océanographique de l'Atlantique ont reçu en 1982-83 plus de 2 millions de dollars pour des recherches appuyant ce programme. Parmi les sujets abordés, on note des études géologiques dans la mer de Beaufort et à Hibernia, des recherches sur l'effondrement des sédiments sur le talus continental (en rapport avec des forages en eau profonde), des études sur la glace de mer et les icebergs de la côte est et des études sur la puissance des vagues contre des structures fixes de grande taille. Le niveau d'activité sera encore plus élevé en 1983-84, le Laboratoire d'écologie marine devant mettre au point des modèles dans le but d'évaluer les effets des hydrocarbures sur la pêche. Parmi les autres programmes nationaux pour lesquels l'Institut mène des recherches thématiques de ce genre, il y a l'immersion des déchets en mer et le Programme d'action pétrolière et gazière nordique (NOGAP = *Northern Oil and Gas Action Program*). Ailleurs, la recherche se poursuit (sous le patronage de la Garde côtière canadienne et de l'Association canadienne de recherche sur les déversements de pétrole au large) sur le movement et le sort du pétrole provenant du pétrolier *Kurdistan*, qui s'est brisé dans un épais champ de glace dans le détroit de Cabot en 1979. L'Institut remplit également un rôle consultatif en rapport avec le Fond renouvelable d'études environnementales dans les domaines de recherche prioritaires et aura une grande influence sur l'évolution de ce programme thématique.

Comités et délibérations

Pour une intervention efficace sur des questions environnementales, telles que celles que nous venons de décrire, il est nécessaire de maintenir d'étroites liaisons au sein du gouvernement fédéral et avec

Les dernières réunions publiques de la commission de revue du projet d'exploitation gazière Venture à l'île de Sable ont eu lieu récemment à Port Hawsbury, sydney et New Glasgow, en Nouvelle-Écosse.

des organismes de l'extérieur — les provinces, l'industrie, etc. On y arrive par le truchement de comités formels et de contacts personnels informels. La gamme des comités inclut : comités internes, tels que le Comité de développements offshore de la côte est et le Comité de développements offshore dans l'Arctique, du MPO; des comités interministériels, tels que le Comité régional de triage et de coordination de l'Atlantique et le Comité consultatif des eaux de l'Arctique; des comités conjoints fédéraux/provinciaux, tels que le Comité de coordination environnementale Nouvelle-Écosse/Canada et le Comité environnemental intergouvernemental de l'usine marémotrice d'Annapolis; et des comités impliquant l'industrie, tels que le Comité consultatif environnemental du transport maritime dans l'Arctique, le Comité consultatif environnemental de l'île de Sable et les comités d'études du Programme du fond renouvelable d'études environnementales.

Le MPO est particulièrement intéressé à connaître les effets des développements en mer sur les stocks de poissons et la pêche dans ces régions. C'est ce qui a motivé, en 1980, la tenue d'une conférence à l'IOB sur les conséquences probables des développements d'hydrocarbures au large en rapport avec la pêche. Cette conférence était axée sur dix spécialistes de l'IOB (Laboratoire d'écologie marine, Division des poissons de mer et COGLA) et de deux autres laboratoires (Station biologique de St. Andrews et Centre des pêches de l'Atlantique nord-ouest, tous deux du Service des pêches de l'Atlantique du MPO). Parmi les sujets traités, on relève : la probabilité statistique de déversements accidentels d'hydrocarbures; les niveaux de contamination auxquels on doit s'attendre dans l'eau et les biocénoses; la probabilité que le recrutement des poissons en soit affecté; les conséquences sur la grande pêche; et l'efficacité de diverses contremesures. Le Sous-comité des écosystèmes et de l'environnement marins du Comité scientifique consultatif sur les pêches canadiennes dans l'Atlantique (CSCPCA), dont le rôle est décrit dans la section suivante, a organisé cette conférence. Le rapport de la réunion (Longhurst, 1982) constitue un outil important d'évaluation environnementale et d'examen de développements au large. C'est d'ailleurs le cas également du Comité des directeurs sur la recherche dans l'Arctique, du MPO, dont font partie plusieurs membres de l'IOB, qui est à préparer des énoncés de position sur les effets du pétrole sur les poissons de mer et les mammifères marins de l'Arctique, ainsi que ceux du trafic maritime sur les mammifères marins de cette région.

Heinz Wiele

Audrey Samson consulte la collection récemment établie à la bibliothèque de l'IOB de travaux en grande partie inédits sur les évaluations environnementales.

Les travaux sur les évaluations environnementales sont en grande partie inédits, et leur distribution est limitée; cependant, ils sont une importante source d'information sur les régions du large. La bibliothèque de l'IOB a organisé une collection spéciale de ce matériel. Elle s'efforce de se procurer tous les documents contenant des informations sur l'environnement, découlant des activités décrites plus haut, et concernant tous les développements offshore depuis le banc Georges jusqu'à la mer de Beaufort (quelque 30 projets en tout). La collection prendra de l'expansion à mesure que seront entrepris de nouveaux projets et que les rapports engendrés par les projets en cours continueront de paraître. Les documents sont catalogués et on peut les trouver en consultant les fichiers de titres-auteurs et de sujets. On pourra très bientôt avoir accès à la collection en direct. Cette collection, qui renferme probablement la série la plus complète de documents de ce genre au Canada, est utile au personnel gouvernemental, à l'industrie et autres organismes impliqués dans des projets côtiers et hauturiers, ainsi qu'à toute personne intéressée.

Ces dernières années, l'IOB a vu croître énormément ses activités sur tous les aspects des travaux décrits plus haut, surtout en ce qui a trait à la documentation, la coordination et le travail en comités, associés aux évaluations environnementales à la suite des développements actuels dans le nord et au large. On s'attend que cela continue. À mesure que ces développements deviendront opérationnels [il est à noter qu'aucun projet pétrolier/gazier majeur au large n'a encore atteint ce stade, bien que certains projets côtiers, tels que la centrale nucléaire de Pointe Lepreau soit en opération], on sera mieux en mesure d'évaluer les prévidions de répercussions environnementales, pourvu qu'on ait un système de surveillance adéquat du projet en marche. Dans leur rapport sur la structure écologique d'une évaluation environnementale au Canada (Institute for Research and Environmental Studies, Université Dalhousie, et Bureau fédéral d'évaluations environnementales, 1983), G.E. Beanlands et P.N. Duinker font remarquer qu'une «évaluation environnementale ne sera complète que lorsque seront connus les résultats du programme de surveillance.» On s'attend que des établissements tels que l'IOB joueront un rôle important dans ces évaluations.

Références

BEANLANDS, G.E. and DUINKER, P.N. 1983. An ecological framework for environmental impact assessment in Canada. Institute for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University, and Federal Environmental Assessment Review Office: 132 p.

COUCH, W.J. 1982. Environmental assessment in Canada, 1982 guide to current practice. Canadian Council of Resource and Environment Ministers: 111 p.

LATREMOUILLE, M.P. (Editor). 1981. BIO Review '81. Chapter 8 – Emergencies. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 61-62.

LONGHURST, A.R. 1980. Travaux inédits présentés à l'atelier de travail «Offshore Environment in the 80's: The Marine Environment in the Atlantic Region», Saint Jean (T.-N.), le 3 décembre 1980: 43 p.

LONGHURST, A.R. (Editor). 1982. Consultation on the consequences of offshore oil production on offshore fish stocks and fishing operations. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 1096.

NEU, H.J.A. 1977. Environmental impact statements. *In* Biennial Review 1975/76; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 31-32.

VAN WINKLE, W., CHRISTENSEN, S.W., and MATTICE, J.S. 1976. Two roles of ecologists in defining and determining the acceptability of environmental impacts. *International Journal of Environmental Studies* 9: 247-254.

LE PROCESSUS DE CONSULTATION DANS LA GESTION DES PÊCHES

— R.G. Halliday

C'est en grande partie une coïncidence si les secrétariats des deux organismes responsables des conseils scientifiques relatifs à la gestion des pêches dans l'Atlantique canadien sont situés à l'IOB. C'est toutefois heureux car, de cette façon, toute l'information et la documentation de base associées à ce processus se trouvent en un même endroit. Le Comité scientifique consultatif des pêches canadiennes dans l'Atlantique (CSCPCA) est une entité du ministère fédéral des Pêches et des Océans, tandis que le Conseil scientifique de l'Organisation des pêches de l'Atlantique nord-ouest (OPANO) est un organisme international, mais les deux jouent un rôle majeur dans la coordination de la recherche sur la gestion des pêches de la région.

Le prédécessur de l'OPANO, la Commission internationale des pêcheries de l'Atlantique nord-ouest (CIPANO) a été établi peut de temps après la Seconde Guerre mondiale et, pendant 30 ans, a été au centre d'une coopération internationale dans la gestion des pêches. En faisait partie un Comité permanent de recherche et de statistiques, dont le mandat était de promouvoir et de coordonner la recherche scientifique sur des problèmes halieutiques et conseiller la Commission des pêches de la CIPANO quant aux mesures de gestion appropriées à une exploitation rationnelle des stocks de poissons. La CIPANO a été parmi les commissions internationales de pêche les plus progressives et a mis en place, au début des années soixante-dix, un système général de contrôle reposant sur une réglementation par total de prises admissibles (TPA) de chaque espèce dans chacune des aires de stocks de l'Atlantique nord-ouest, en même temps qu'un vaste assortiment de mesures complémentaires. Par contraste, la gestion domestique canadienne était effectuée en grande partie sur la base de mesures *ad hoc*, à mesure que surgissaient les problèmes. Les scientifiques contribuaient souvent à la solution de ces problèmes, mais il n'y avait pas de mécanisme formel de contribution scientifique ou d'examen routinier des implications biologiques des développements halieutiques ou de détection de problèmes naissants, avant qu'ils ne deviennent des crises.

À la suite de l'élargissement de la juridiction des pêches au début de 1977, le Canada assuma le contrôle d'une forte proportion de ce qui avait été auparavant une pêche internationale en haute mer. Il a donc fallu changer radicalement les méthodes de gestion. La CIPANO n'était plus une tribune appropriée à des problèmes de pêche internationaux. Une nouvelle convention a été négociée, et il en est résulté l'établissement de l'Organisation des pêches de l'Atlantique nord-ouest. Cette convention, dont le Canada est le gouvernement dépositaire, entra en vigueur en 1979. Elle mit sur pied une Commission des pêches chargée de la réglementation dans les eaux au large des limites de 200 milles m. Par ailleurs, le Conseil scientifique de l'OPANO se vit confier un mandat général de consultation et de coopération en matières scientifiques dans la zone de la Convention, qui englobe la majeure partie des eaux du nord-ouest de l'Atlantique. D'après ce mandat également, on formule des conseils scientifiques sur la gestion des pêches à l'intention de la Commission des pêches et, sur demande, aux États côtiers. Le Canada s'est prévalu des services du Conseil scientifique en lui demandant des opinions relativement aux stocks de poissons qui chevauchent la frontière canadienne et à ceux qui sont encore exploités par les flottilles étrangères. Tous les pays qui ont le privilège d'exploiter une ressource halieutique peuvent contribuer à la collecte et à l'analyse de données, ainsi qu'à la production de conseils. Le Conseil s'assure également que, lorsque se pose un problème, on a recours à toutes les connaissances et tout le savoir-faire existants. La Communauté économique européenne et le Canada ont, eux aussi, utilisé conjointement le Conseil scientifique comme forum de consultation dans l'étude de leurs problèmes communs touchant les ressources halieutiques du détroit de Davis et la gestion des phoques du Groenland et annelés.

Ron Myers sortant des bureaux de l'Organisation des pêches de l'Atlantique nord-ouest à l'IOB, avec une charge de publications que l'on vient d'y imprimer.

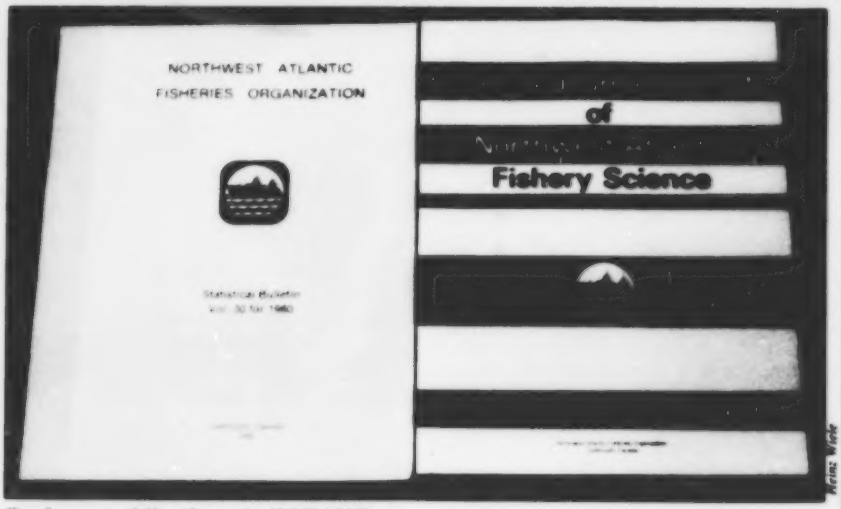
En dépit de la nouvelle Convention, la gestion de plusieurs importantes ressources, assumée dans le passé par la CIPANO, est maintenant strictement responsabilité canadienne. Les biologistes des pêches canadiens ont proposé la mise en place du Comité scientifique consultatif des pêches canadiennes dans l'Atlantique dans le but de traiter des aspects scientifiques de cette nouvelle mission, une initiative largement appuyée par le MPO. On en a donc profité, non seulement pour résoudre les problèmes de conseils scientifiques relatifs aux poissons de mer découlant de l'élargissement de la juridiction, mais aussi de rationaliser le système de consultation sur tous les aspects domestiques de la gestion des pêches de la côte atlantique. D'après son mandat, le CSCPCA est chargé de formuler des conseils scientifiques sur «tous les stocks intéressant ou susceptibles d'intéresser les pêcheurs de la côte atlantique . . .», et ses conseils pourront porter sur les poissons dulçaquicoles, anadromes et catadromes, les crustacés et mollusques, les mammifères marins et les plantes marines, ainsi que sur les espèces de poissons de fond et de poissons pélagiques.

La CIPANO avait décidé d'installer son administration centrale à Halifax et, en 1953, son secrétariat était établi à l'Université Dalhousie, après une courte période dans des locaux temporaires à la Station biologique de St. Andrews (N.-B.). Peu après la construction de l'IOB, la Commission était invitée à y installer son administration centrale, ce qu'elle fit en 1963. Un manque d'espace à l'IOB dans le milieu des années soixante-dix obligea le secrétariat à louer des locaux dans le voisinage pendant quelques années, mais il pouvait y retourner en 1980, une fois terminé le plus récent agrandisse-

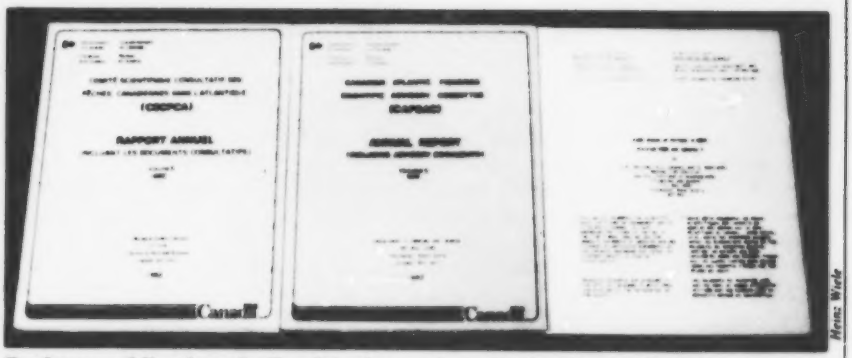
ment de l'IOB. Entre temps, il s'était transformé en Secrétariat de l'OPANO.

Une des premières tâches entreprises par la CIPANO a été la mise en place d'un système d'information générale sur les pêches de l'Atlantique nord-ouest. À partir du début des années cinquante, on a enregistré la composition et les caractéristiques des flottilles nationales et leurs activités de pêche en termes de prises et d'effort de pêche, en se servant d'un grillage statistique détaillé de «divisions». Ces dernières correspondent aussi étroitement que possible aux zones de distribution des stocks de poissons, et on les utilise également, seules ou en groupes, comme zones de gestion. On conserve aussi des données d'échantillonnage biologique des prises, recueillies par les laboratoires nationaux de plusieurs pays. Ces données sont maintenant en dossiers d'ordinateurs au Secrétariat de l'OPANO et sont à la disposition du Conseil scientifique et de ses membres. On publie annuellement dans le *Statistical Bulletin* de l'OPANO les données sur les prises et l'effort de pêche, et ce sont là les statistiques officielles des activités de pêche dans l'Atlantique nord-ouest. Le Secrétariat transmet ces données à l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture des Nations Unies (FAO), qui deviennent alors partie des statistiques de pêche mondiales publiées par cet organisme.

Le Conseil scientifique de l'OPANO, suivant ici encore la tradition de la CIPANO, maintient des comptes rendus publics détaillés de ses activités scientifiques. Toute information d'une certaine importance étudiée par le Conseil est produite sous forme de *Research Documents*. Les résultats de ses délibérations sont publiés annuellement. Le Conseil soutient deux autres publications professionnelles. Dans la série des *Scientific Council Studies*, le Conseil publie des travaux choisis présentés à ses réunions ainsi que le compte rendu des colloques qu'il dirige. Son *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* est un périodique de base, de portée régionale, qui accepte, quelle qu'en soit l'origine, des articles et notes se rapportant à des recherches originales de haute qualité en sciences halieutiques de l'Atlantique nord-ouest, avec accent sur les aspects environnementaux, biologiques, écologiques et halieutiques des ressources et écosystèmes marins vivants. Le coût de l'abonnement est modeste. Le périodique est doté d'un conseil de rédaction qui fonctionne sous l'égide du Comité permanent des publications du Conseil scientifique. Le Secrétariat s'occupe de la production et de la distribution de tous les documents. Ces documents ainsi que les



Quelques publications de l'OPANO.



Quelques publications du Comité scientifique consultif des pêches canadiennes dans l'Atlantique (CSCPCA) dont les bureaux sont à l'IOB.

activités du Conseil dans le domaine des statistiques font du Secrétariat une source d'information précieuse sur les pêches de la côte atlantique.

Le CSCPCA, qui avait également suivi la tradition de la CIPANO en maintenant des comptes-rendus publics détaillés de ses activités, a vite réalisé qu'il lui fallait un secrétariat centralisé. On en a établi un d'abord à l'IOB, en association avec la Division des poissons de mer de la Direction de la recherche sur les pêches, Région Scotia-Fundy, du MPO. Par la suite, l'organisation se développant, et un président à plein temps étant nommé (pour une période de 2 ans), le CSCPCA occupa des locaux séparés à l'IOB en 1982. Toute information d'importance utilisée par le CSCPCA dans la formulation de ses conseils de gestion est présentée dans la série des Documents de recherche. Les conseils eux-mêmes sont publiés dans la série des Documents consultatifs. Ces derniers sont distribués aux clients dans l'industrie des pêches, à mesure qu'ils sont publiés, et sont également incorporés dans un rapport, produit annuellement, des activités de l'organisme. La documentation du CSCPCA, couvrant les pêches d'eau douce et marines côtières, aussi bien que plusieurs en haute mer, est un complément de celle de l'OPANO. Les deux ensemble constituent une source complète de données sur la pêche, les stocks de poissons et leur gestion dans la région atlantique.

Une des principales activités du Conseil de l'OPANO et du CSCPCA, et celle qui est la plus exposée aux regards du public, est la formulation de conseils relatifs à la gestion des pêches. Cette fonction, dans le contexte canadien, est la responsabilité des scientifiques des Directions de la recherche sur les pêches du Service des pêches de l'Atlantique (SPA) du MPO. Le personnel des laboratoires du ministère dans les Régions de Terre-Neuve, du Golfe et Scotia-Fundy, ainsi que celui de l'administration centrale du ministsère à Ottawa sont impliqués dans ce travail. Parmi les organismes basés à l'IOB, la Division des poissons de mer est étroitement associée à ce processus. Dans le contexte de l'OPANO, les scientifiques des autres gouvernements membres contribuent

Diane Geddes, du secrétariat du CSCPCA, prépare un manuscrit pour publication dans une des séries du Comité.

naturellement à part égale à ce travail. Le CSCPCA encourage la participation d'un spectre aussi étendu que possible de scientifiques du MPO, des universités et des provinces, qui travaillent dans des domaines pertinents. Les deux organismes s'efforcent de promouvoir l'échange d'information, la coordination des programmes de recherche et le parrainage d'une recherche en coopération. Ces activités, qui permettront de formuler de meilleurs conseils de gestion à l'avenir, sont tout aussi importantes que le processus consultatif dans l'immédiat. Les scientifiques de diverses branches de l'océanographie et de l'écologie, de même que de la recherche halieutique appliquée, s'y intéressent. C'est ainsi, par exemple, que des scientifiques de l'IOB faisant partie de l'organisme des Sciences et levés océaniques du MPO sont activement impliqués dans le travail du Comité permanent des sciences halieutiques de l'OPANO, en particulier de son Sous-comité de l'environnement, dont le mandat est de promouvoir l'application de l'océanographie à la recherche halieutique, ainsi que dans celui du Sous-comité des écosystèmes et de l'environnement marin du CSCPCA. Ce dernier sous-comité parrainait récemment un examen de l'écologie des pêches sur le plateau Scotian, avec accent sur les programmes de recherche sur l'ichtyoplancton. Plusieurs scientifiques de SLO et de la Division des poissons de mer à l'IOB y ont participé activement, ainsi que le personnel du SPA d'autres régions et des universités locales.

Le processus de consultation implique donc une gamme étendue de scientifiques des divers laboratoires du MPO sur la côte atlantique, ainsi que des spécialistes de l'extérieur sur base individuelle et, dans le cas de l'OPANO, des scientifiques d'autres pays membres. Le personnel de l'IOB est surtout impliqué dans ces organismes par le biais de sa Division des poissons de mer, mais le personnel de SLO, en particulier celui du Laboratoire d'écologie marine, participe lui aussi activement aux travaux scientifiques d'aspect plus général. La plupart des réunions du Conseil scientifique de l'OPANO se tiennent à l'IOB, où se trouve l'administration centrale. Le CSCPCA tient ses réunions à tour de rôle dans les divers laboratoires membres, y compris l'IOB. Indirectement, ces organismes contribuent donc à réunir à l'IOB divers groupes de scientifiques et à

Theresa Dugas, du CSCPCA, se prépare à introduire des statistiques de pêche dans son appareil de traitement des mots.

encourager les échanges scientifiques informels aussi bien que formels. La présence des secrétariats du CSCPCA et de l'OPANO à l'IOB fait de l'Institut le plus important dépositaire d'information scientifique sur les pêches de l'Atlantique nord-ouest. Les personnes ou organismes intéressés à en connaître davantage sur ces organismes ou à se procurer documents et publications pourront s'adresser à : Secrétariat du CSCPCA, Institut océanographique de Bedford, C.P. 1006, Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2 (téléphone : 902-426-8486); et (ou) Organisation des pêches de l'Atlantique nord-ouest, IOB, C.P. 638, Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 3Y9 (téléphone : 902-469-9105).

CHAPITRE 5

Cartes et publications de 1982

PRODUCTION DES CARTES

Le bureau de la Région de l'Atlantique du Service hydrographique du Canada possède un effectif de 25 cartographes chargés d'établir 436 cartes de navigation qui couvrent la région allant de la baie de Fundy au détroit du Prince-de-Galles dans l'Arctique.

En 1982, la production de nouvelles cartes s'est poursuivie à plein rythme : 10 nouvelles cartes ont été produites et 18 en étaient à divers stades de production. Cinq nouvelles éditions ont été réalisées : deux de l'Arctique, une de la Nouvelle-Écosse, deux du Nouveau-Brunswick et deux de Terre-Neuve. La production de huit autres a été entreprise. En plus des nouvelles éditions et des corrections énumérées plus bas, on a produit en 1980 80 réimpressions et surimpressions pour répondre aux demandes des navigateurs et des pêcheurs.

Nouvelles cartes

4142-1	Evandale to/à Ram Island
4142-2	Ram Island to/à Ross Island
4142-3	Washademoak Lake
4142-4	Grand Lake
4275	St. Peters Bay
4276	Little Bras d'Or
4278	Great Bras d'Or and/et St. Patricks Channel
4279	Bras d'Or Lake
4842	Cape Pine to/à Cape St. Mary's
4910	Miramichi

Nouvelles éditions

4335	Strait of Canso and Approaches (Loran-C)
4439	Caraquet, Shippegan, and Miscou Harbours
4486	Baie des Chaleurs
4514	St. Anthony Bight and Harbour
5138	Sandwich Bay
7405	Repulse Bay and Approaches et les Approches
7829	Barrow Strait – Western Portion

Corrections importantes (annexes)

4020	Strait of Belle Isle
4212	Port Mouton
4307	Canso Harbour to Strait of Canso
4308	St. Peters to Strait of Canso
4310	Bedford Basin
4316	Halifax Harbour
4581	Long Pond
4647	Port Harmon (2)
7250	Pond Inlet

PUBLICATIONS

Ce qui suit est une liste alphabétique par auteur des articles scientifiques rédigés par des membres de l'IOB en 1982, ainsi que quelques publications antérieures qui n'avaient pas été incluses dans les listes précédentes. La présente liste comprend les travaux publiés dans des périodiques scientifiques et hydrographiques, des livres, des comptes rendus de réunions et diverses séries de rapports techniques. Pour plus amples renseignements sur toute publication mentionnée ci-dessous, on est prié de s'adresser à : Service des publications, Institut océanographique de Bedford, Boîte postale 1006, Dartmouth (Nouvelle-Écosse), Canada, B2Y 4A2.

ADDISON, R.F. 1982. Organochlorine compounds and marine lipids. *Progress in Lipid Research 21*: 47-71.

ADDISON, R.F. and WILLIS, D.E. 1982. Variation of hepatic ethoxycoumarin *O*-deethylase activity with body weight and other factors in brook trout *(Salvelinus fontinalis)*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39*: 924-926.

ADDISON, R.F., ZINCK, M.E., WILLIS, D.E., and WRENCH, J.J. 1982. Induction of hepatic mixed function oxidase activity in trout *(Salvelinus fontinalis)* by Aroclor 1254 and some aromatic hydrocarbon PCB replacements. *Toxicology and Applied Pharmacology 63*: 166-172.

ANDERSEN, N.R., BEWERS, J.M., and PALMORK, K.H. 1982. Introduction and executive summary. *In* Scientific Report of the Intercalibration exercise of the IOC/WMO/UNEP Pilot Project on Monitoring Background Levels of Selected Pollutants in Open Ocean Waters: *Eds.* N.R. Andersen *et al.* Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series (UNESCO) No. 22: 4-7.

ANDERSEN, N.R., BEWERS, J.M., DUINKER, J., KNAP, A., PALWORK, K.H., VILLENEUVE, J.-P., and WINDOM, H.L. 1982. Scientific report of the intercalibration exercise of the IOC/WMO/UNEP pilot project on monitoring background levels of selected pollutants in open ocean waters. Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series (UNESCO) No. 22: 91 pp.

BAILEY, W.B. 1982. A time-series study of sea-surface temperature on the Flemish Cap 1962-81. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Scientific Council Research Document 82/VI/4.

BAILEY, W.B. 1982. Synoptic sea-surface temperature charts. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Scientific Council Research Document 82/VI/6.

BEAUMONT, C., KEEN, C.E., and BOUTILIER, R. 1982. On the evolution of rifted continental margins: Comparison of models and observations for the Nova Scotian margin. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society 70*: 667-715.

BEAUMONT, C., KEEN, C.E., and BOUTILIER, R. 1982. A comparison of foreland and rift margin sedimentary basins. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A 305*: 295-317.

BELLEFONTAINE, L., PRITCHARD, J., and REINIGER, R. 1982. Atlas of physical oceanographic data for the South Atlantic Ocean, Drake Passage, Pacific Ocean, and Canadian Arctic – 1970. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 14.

BELLEFONTAINE, L., PRITCHARD, J., and REINIGER, R. 1982. Atlas of physical oceanographic data for the Gulf Stream System – 1972. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 15.

BEWERS, J.M. and WINDOM, H.L. 1982. Chapter 1: Trace Metals. *In* Scientific Report of the Intercalibration Exercise of the IOC/WMO/UNEP Pilot Project on Monitoring Background Levels of Selected Pollutants in Open Ocean Waters; *Eds.* N.R. Anderson *et al.* Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series (UNESCO) No. 22: 8-59.

BEWERS, J.M. and WINDOM, H.L. 1982. Comparison of sampling devices for trace metal determinations in seawater. *Marine Chemistry 11*: 71-86.

BEZANSON, D. 1982. Inventory of ocean drifter release and recovery data. Rapport statistique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 2.

BIRKHEAD, T.R. and NETTLESHIP, D.N. 1982. The adaptive significance of egg size and laying date in Thick-billed Murres *Uria lomvia*. *Ecology 63 (2)*: 300-306.

BOYCE, R. 1982. Calibrations of conductivity and temperature for the Aanderaa RCM-5 current meter. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 1.

BRETHERTON, F.P., BURRIDGE, D.M., CREASE, J., DOBSON, F.W., KRAUS, E.B., and VONDER HAAR, T.H. 1982. The Cage Experiment: A feasibility study. World Meteorological Organization, Geneva, WCP-22: 95 p.

BRODIE, P.F. 1982. The Beluga *(Delphinapterus leucas)*: growth at age based on a captive specimen and a discussion of factors affecting natural mortality estimates. International Whaling Commission, Report 32: 445-447.

BRODIE, P.F. 1982. Marine mammals: insights through studies of morphology and energetics. International Council for the Exploration of the Sea, Council Meeting 1982 N: 19.

BRODIE, P.F. and PAASCHE, A.J. 1982. Density-dependent condition and energetics of marine mammal populations in multispecies fisheries management. *In* Multispecies Approaches to Fisheries Management Advice; *Ed.* M.C. Mercer. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 59*: 35-38.

BROWN, R.G.B. 1982. The moving volcano and Drake's "Elizabeth Island". *Polar Record 21 (130)*: 65-66.

BUCKLEY, D.E. 1982. Sedimentology – some unresolved problems and new directions. Environmental Sedimentology. *Episodes V (2)*: 10-11.

BUCKLEY, D.E. 1982. Canadian report to NEA Seabed Working Group: Site Selection Task Group, 1982. *In* Proceedings of the Seventh International NEA Seabed Working Group Meeting, La Jolla, California, March 15-19, 1982; *Ed.* D.R. Andersen. Sandia National Laboratories, SAND 82-0460: 69-73.

BUGDEN, G.L., HARGRAVE, B.T., SINCLAIR, M.M., TANG, C.L., THERRIAULT, J.-C., and YEATS, P.A. 1982. Freshwater runoff effects in the marine environment: The Gulf of St. Lawrence example. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1078.

BUJAK, J.P. and DAVIES, E.H. 1982. Fluorescence and the search for petroleum. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 54-57.

BUZETA, M. and WAIWOOD, K.G. 1982. Fecundity of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southwest Gulf of St. Lawrence. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1110.

CAMMEN, L.M. 1982. The effect of particle size on organic content and microbial abundance within four marine sediments. *Marine Ecology: Progress Series 24*: 273-280.

CAMMEN, L.M. and WALKER, J.A. 1982. Distribution and activity of attached and free-living suspended bacteria in the Bay of Fundy. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39*: 1655-1663.

CAMPBELL, J.A. and YEATS, P.A. 1982. The distribution of manganese, iron, nickel, copper and cadmium in the waters of Baffin Bay and the Canadian Archipelago. *Oceanologica Acta 5*: 161-167.

CLARKE, R.A. 1982. Deep convection and renewal of deep waters. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 5-8.

COCHRANE, N.A. and BURKE, P. 1982. A technical evaluation of the Honeywell ELAC – Echograph LAZ 72 sounder. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 12.

CULLEN, J.J. 1982. The deep chlorophyll maximum: comparing vertical profiles of chlorophyll *a*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39*: 791-803.

CULLEN, J.J. 1982. Yellow water in La Jolla Bay, California, July 1980. I. A bloom of the dinoflagellate, *Gymnodinium flavum* Kofoid & Swezy. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 63*: 67-80.

DAVIDSON, L.W. and LAWRENCE, D.J. 1982. Review of existing oil spill trajectory scenario models. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 9.

DAVIES, E.H., BUJAK, J.P., and WILLIAMS, G.L. 1982. The application of dinoflagellates to paleoenvironmental problems. *In* Proceedings of the Third North American Paleontological Convention; *Eds.* B. Mamet and M.J. Copeland. Business and Economic Service Ltd., 111 Peter St., Suite 509, Toronto, Ont. M5V 2H1: 125-131.

DESSUREAULT, J.-G., BROOKE, J., and ELLIOTT, J.A. 1982. The motion of a 9.1 m yacht hull buoy moored in open sea. *Ocean Engineering 9 (1)*: 65-97.

Une équipe dépêchée à terre à Grosse-Île, dans la baie Saglek, au Labrador, à l'automne 1982 ; le nsc *Hudson* à l'ancre à l'arrière-plan.

DEWOLFE, D.L. 1982. Notes on the Bay of Fundy and Gulf of Maine Current Atlas. *Lighthouse 25:* 14-16.

DICKIE, L.M. 1982. A harmless look at fisheries. Book Review of "Fisheries Management". (R.T. Lackey & L.A. Neilson. 1980. John Wiley and Sons, New York. xi + 442 pp.). *Environmental Biology of Fishes 7:* 391-392.

DICKIE, L.M. 1982. The genetic structure of mussel populations in eastern Canadian waters. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Scientific Council Research Document 82/IX/85.

DICKIE, L.M. and KERR, S.R. 1982. Alternative approaches to fisheries management. *In* Multispecies Approaches to Fisheries Management Advice; *Ed.* M.C. Mercer. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 59.*

DOBSON, D. and PETRIE, B. 1982. Long-term temperature monitoring program 1981. Rapport statistique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 6.

DOBSON, F.W. 1981. The CAGE Experiment. *In* Large-Scale Transport of Heat and Matter in the Ocean; *Eds.* E.B. Kraus and M. Fieux. Proceedings of the NATO Advanced Research Institute, Bonas, France, September 1981: 143-150.

DOBSON, F.W., HASSE, L., and DAVIS, R. (Editors). 1980. Air-Sea Interaction: Instruments and Methods. New York: Plenum Press: 801 pp.

DOEVEN, P.H., GRADSTEIN, F.M., JACKSON, A., AGTERBERG, F.P., and NEL, D.L. 1982. A quantitative nannofossil range chart. *Macropaleontology 28 (1):* 85-92.

DRINKWATER, K. and TAYLOR, G. 1982. Monthly means of temperature, salinity, and density along the Halifax Section. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1093.

DRUMMOND-DAVIS, N.C., MANN, K.H., and POTTLE, R.A. 1982. Some estimates of population density and feeding habits of the rock crab, *Cancer irroratus*, in a kelp bed in Nova Scotia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:* 636-639.

DUCKWORTH, G.L., BAGGEROER, A.B., and JACKSON, H.R. 1982. Crustal structure measurements near Fram II in the pole abyssal plain. *Tectonophysics 389:* 173-215.

EATON, R.M. 1982. Opinions: smoothing and multi-ranging. *Lighthouse 25:* 39-40.

EATON, R.M., McALONEY, M., MORTIMER, A., SCHENING, E., and WALDOCK, B. 1982. Beaufort Sea Loran-C tests. *Canadian Aeronautics and Space Journal 28 (1):* 9-18.

Au fond, la centrale nucléaire de Pointe Lepreau, sur la côte du Nouveau-Brunswick de la baie de Fundy. On voit dans l'encadré Jim Abriel prélevant des échantillons de matière particulaire à l'une des stations de surveillance atmosphérique de la région de Pointe Lepreau.

FLETCHER, G.L., ADDISON, R.F., SLAUGHTER, D.L., and HEW, C.L. 1982. Antifreeze proteins in the Arctic shorthorn sculpin (*Myxocephalus scorpius*). *Arctic 35:* 302-308.

FLETCHER, G.L., KING, M.J., KICENUIK, J.W., and ADDISON, R.F. 1982. Liver hypertrophy in winter flounder following exposure to experimentally oiled sediments. *Comparative Biochemistry and Physiology 73C:* 457-462.

FOWLER, G., DESSUREAULT, J.-G., and ELLIOTT, J.A. 1982. Real time data transmission via satellites. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 16-18.

GAGNE, J.A., MANN, K.H. and CHAPMAN, A.R.O. 1982. Seasonal patterns of growth and storage in *Laminaria longicruris* in relation to differing patterns of availability of nitrogen in the water. *Marine Biology 69:* 91-101.

GALLEGOS, C.L. and PLATT, T.C. 1982. Phytoplankton production and turbulence in surface mixed layers. *Deep-Sea Research 28A:* 65-76.

GASTON, A.J. 1982. Migration of juvenile Thick-billed Murres through Hudson Strait in 1980. *Canadian Field-Naturalist 96:* 30-34.

GASTON, A.J. 1982. On the seabirds of northern Hudson Bay. *Le Naturaliste canadien (Review of Ecology and Systematics) 109:* 895-903.

GASTON, A.J. and NETTLESHIP, D.N. 1982. Factors determining seasonal changes in attendance at colonies of the Thick-billed Murre *Uria lomvia*. *Auk 99 (3):* 468-473.

GORDON, D.C., Jr. 1982. Ecological research in the Bay of Fundy. *In* BIO Review '82:

Ed. M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 36-37.

GORDON, D.C., Jr., and DESPLANQUE, C. 1982. Ice dynamics in the Chignecto Bay region of the Bay of Fundy. *In*: Workshop on Ice Action of Shoreline Evolution. National Research Council Associate Committee for Research on Shoreline Erosion and Sedimentation: 35-52.

GRADSTEIN, F.M. 1982. Stratigraphic modelling. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 47-53.

GRADSTEIN, F.M. and AGTERBERG, F.P. 1982. Models of Cenozoic foraminiferal stratigraphy – northwest Atlantic margin. *In* Quantitative Stratigraphic Correlations; *Eds.* J.M. Cubitt and R.A. Regment. New York: John Wiley and Sons: 119-175.

GRADSTEIN, F.M. and WILLIAMS, G.L. 1982. Stratigraphic charts of the Labrador and Newfoundland shelves. Geological Survey of Canada, Open File No. 826.

GRANT, A.C. 1982. Problems with plate tectonic models for Baffin Bay – Nares Strait: Evidence from the Labrador Sea. *In* Nares Strait and the Drift of Greenland: A Conflict in Plate Tectonics; *Eds.* P.R. Dawes and J.W. Kerr. *Meddeleser om Gronland, Geoscience 8:* 313-326.

GRANT, A.C., HINZ, K., SCHLUTER, H.U., SRIVASTAVA, S.P., UMPLEBY, D., and WOODSIDE, J. 1982. Multichannel reflection seismic survey in the Labrador Sea. Geological Survey of Canada, Open File No. 825.

HAMOR, T., SCIOCCHETTI, R., VAN HELVOORT, G., and SINCLAIR, A. 1982. Conversion factors for silver hake on four soviet trawlers fishing in 1981. Canadian Atlantic Fisheries Scientific Advisory Committee, Research Document 82/111.

HARDING, G.C., VASS, W.P. and DRINKWATER, K.F. 1982. Aspects of larval American lobster (*Homarus americanus*) ecology in St. Georges Bay, Nova Scotia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:* 1117-1129.

HARGRAVE, B.T., PHILLIPS, G.A., NEAME, P.A., and PROUSE, N.J. 1982. Benthic microalgal primary production and community respiration at intertidal tides in Minas Basin and Cumberland Basin, Bay of Fundy. Rapport statistique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 354.

HARRISON, W.G. 1982. Uptake and recycling of soluble reactive phosphorus by marine microplankton. *Marine Ecology: Progress Series 10:* 127-135.

Bruce Wright

Ces scientifiques ont été réellement assujettis à leur travail lors de la récente Expédition canadienne pour l'étude de la crête Alpha (CESAR) — Vic Allen, Al Judge et Carl Amos.

HARRISON, W.G. 1982. Nitrogen nutrition of marine phytoplankton: open questions. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 25-28.

HARRISON, W.G., PLATT, T., and IRWIN, B. 1982. Primary production and nutrient assimilation by natural phytoplankton populations of the eastern Canadian Arctic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:* 335-345.

HAWKINS, C.M. and KEIZER, P.D. 1982. Ammonia excretion in *Corophium volutator*: results using an automatic method. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:* 640-643.

HAWORTH, R.T. 1982. The continental margin: Eastern Canada. *In* Perspectives in Regional Geological Synthesis; *Ed.* A.R. Palmer. Geological Society of America, D-NAG Special Publication No. 1.

HAWORTH, R.T. and MILLER, H.G. 1982. The structure of Paleozoic oceanic rocks beneath Notre Dame Bay, Newfoundland. *In* Major Structural Zones and Faults of the Northern Appalachians; *Eds.* P. St. Julien and J. Beland. Geological Association of Canada, Special Paper No. 24.

HUNTER, C., SHIH, K.G., and MACNAB, R. 1982. A compilation of marine magnetometer data from the southwest Labrador Sea. Geological Survey of Canada, Open File No. 850.

HEESSEN, H., HISLOP, J.R.G., KOELLER, P.A., and PARNELL, W.G. 1982. The results of the International O-group gadoid survey in the North Sea, 1982. International Council for the Exploration of the Sea, Council Meeting 1982/G52.

HENDERSON, G.W. 1982. The hydrographic survey of Fury and Hecla Strait. *Lighthouse 25:* 32-35.

HENDRY, R.M. 1982. On the structure of the deep Gulf Stream. *Journal of Marine Research 40 (1):* 119-142.

HERMAN, A.W. 1982. Spatial and temporal variability of chlorophyll distributions and geostrophic current estimates on the Peru Shelf at 9°S. *Journal of Marine Research 40 (1):* 185-207.

HILL, P.R., AKSU, A.E., and PIPER, D.J.W. 1982. Deposition of thin-bedded subaqueous debris flow deposits. *In* Marine Slides and Other Mass Movements; *Eds.* S. Saxov and J.K. Nieuwenhuis. New York; Plenum Press: 273-287.

HINZ, K., WINTERER, E.L., BAUMGARTNER, P.O., BRADSHAW, M.J., CHANNEL, J.E.T., JAFFREZO, M., JANSA, L.F., LECKIE, R.M., MOORE, J.N., RULLKOTTER, J., SCHAFTENAAR, C., STEIGER, T.H., VUCHEV, V., and WIEGAND, G.W. 1982. Preliminary results from DSDP Leg 79 seaward of the Mazagan Plateau off Central Morocco. *In*: Geology of the Northwest African Continental Margin; *Eds.* U. von Rad, K. Hinz, M. Sarnthein, and E. Seibold. Springer-Verlag: Berlin: 23-33.

ILES, T.D. and SINCLAIR, M. 1982. Atlantic herring: Stock discreteness and abundance. *Science 215 (Feb. 5):* 627-633.

ILES, T.D. and SINCLAIR, M. 1982. Herring and hydrography: the stock question. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 33-35.

IRWIN, B., PLATT, T., HARRISON, W.G., GALLEGOS, C.L., and LINDLEY, P. 1982. Phytoplankton productivity experiments and nutrient measurements in Ungava Bay, NWT, from August 1 to September 3, 1979. Rapport statistique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 287.

JACKSON, H.R., REID, I., and FALCONER, R.K.H. 1982. Crustal structure near the Arctic mid-ocean ridge. *Journal of Geophysical Research 87:* 1773-1783.

JANSA, L.F. 1982. The early North Atlantic. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 38-42.

JANSA, L.F. and WIEDMANN, J. 1982. Mesozoic-Cenozoic development of the eastern North American and northwest African continental margins: A comparison. *In* Geology of the Northwest African Continental Margin; *Eds.* U. von Rad, K. Hinz, M. Sarnthein, and E. Seibold. Berlin; Springer-Verlag: 215-269.

JOHNSON, G.L. and SRIVASTAVA, S.P. 1982. The case for major displacement along Nares Strait. *In* Nares Strait and the Drift of Greenland: A conflict in plate tectonics; *Eds.* P.R. Dawes and J.W. Kerr. *Greenland Geoscience 8:* 365-368.

Bob Harmes utilise un instrument conçu et construit à l'IOB pour fendre les carottes de sédiments.

JOHNSON, G.L., SRIVASTAVA, S.P. CAMPSIE, J., and RASMUSSEN, M. 1982. Volcanic rocks in the Labrador Sea and environs and their relation to the evolution of the Labrador Sea. *In* Current Research. Geological Survey of Canada, Paper 82-1B: 7-20.

JOSENHANS, H.W. and BARRIE, J.V. 1982. Preliminary results of submersible observations on the Labrador Shelf from scientific and technical notes. *In* Current Research. Geological Survey of Canada, Paper 82-1B.

JONES, E.P., COOTE, A.R., and DYRSSEN, D. 1982. NO and PO in Baffin Bay. *EOS 63:* 990.

JORDAN, F. and NEU, H.J.A. 1982. Ice drift in southern Baffin Bay and Davis Strait. Research Note. *Atmosphere Ocean 20 (3):* 268-275.

KEEN, C.E. 1982. Offshore Eastern Canada: From plate tectonics to petroleum. *GEOS 11 (3):* 5-8.

KEEN, C.E. 1982. Offshore Eastern Canada: From plate tectonics to petroleum. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 42-46.

KEEN, C.E. and LEWIS, T. 1982. Measured radiogenic heat production in sediments from the continental margin of eastern North America: Implications for petroleum generation. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin 66 (9):* 1402-1407.

KEEN, C.E. and PIERCE, J.W. 1982. The geophysical implications of minimal Tertiary motion along Nares Strait. *Greenland Geoscience 8:* 327-337.

KEPKAY, P.E. and NEALSON, K.H. 1982. Surface enhancement of sporulation and manganese oxidation by a marine *Bacillus*. *Journal of Bacteriology 151:* 1022-1026.

KERR, A.J. and ANDERSON, N.M. 1982. Communication of the nautical chart. *Journal of the Institute of Navigation 3 (35):* 439-450.

KERR, S.R. 1982. The role of external analysis in fisheries science. *Transactions of the American Fisheries Society 111:* 165-170.

KERR, S.R. 1982. Estimating the energy budgets of actively predatory fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:* 371-379.

KERR, S.R. and DICKIE, L.M. 1982. Experience of the Marine Ecology Laboratory in relation to multispecies fisheries management. *In* Multispecies Approaches to Fisheries Management Advice; *Ed.* M.C. Mercer. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 59:* 16-17.

KONTOPOULOS, N. and PIPER, D.J.W. 1982. Late Quaternary lithostratigraphy and sedimentation, Kaipokok Bay, Labrador. *In* Current Research. Geological Survey of Canada, Paper 82-1B: 1-6.

KRANCK, K. and RUFFMAN, A. 1982. Sedimentation in James Bay. *Le Naturaliste canadien 109:* 353-361.

KULKA, D.W., COREY, S., and ILES, T.D. 1982. Community structure and biomass of euphausiids in the Bay of Fundy. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39 (2):* 326-334.

LAMBERT, T.C. 1982. Review of "Marine Fish Larvae: Morphology, Ecology and Relation to Fisheries, edited by R. Lasker". *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:* 1222-1223.

LAMBERT, T.C. 1982. Techniques for the capture and handling of Atlantic Mackerel with special reference to the use of quinaldine. *Progressive Fish-Culturist 44:* 145-147.

LAMBERT, T.C., WARE, D.M., and McRUER, J.K. 1982. Spawning and early life history of herring and capelin in St. Georges Bay, Nova Scotia. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1128.

LAMBERT, T.C., WARE, D.M., McRUER, J.K., and MacDONALD, A.D. 1982. Water temperature, zooplankton biomass and size composition in St. Georges Bay, N.S. 1973-1976. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1073.

LAZIER, J.R.N. 1982. Seasonal variability of temperature and salinity in the Labrador Current. *Journal of Marine Research 40 (Supplement):* 342-356.

LEWIS, M.R. and PLATT, T. 1982. Scales of variability in the estuarine ecosystem. *In* Estuarine Comparisons; *Ed.* V. Kennedy. Academic Press: 3-20.

LEVY, E.M. and STRAIN, P.M. 1982. The composition of the preen gland waxes of some marine birds: A word of caution for chemotaxonomists. *Comparative Biochemistry and Physiology 72B:* 255-260.

LI, W.K.W. 1982. Oxygenic photosynthetic micro-organisms and primary productivity. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 23-25.

LI, W.K.W. 1982. Estimating heterotrophic bacterial productivity by inorganic radiocarbon uptake: importance of establishing time courses of uptake. *Marine Ecology: Progress Series 8:* 167-172.

LI, W.K.W. and MORRIS, I. 1982. Temperature adaptation in *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin: photosynthetic rate compensation and capacity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 58:* 135-150.

LI, W.K.W. and PLATT, T. 1982. Distribution of carbon among photosynthetic endproducts in phytoplankton of the eastern Canadian arctic. *Journal of Phycology 18:* 466-471.

LIBRARY SERVICES. 1982. Publications from the Bedford Institute of Oceanography 1962-1981. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 5.

LODER, J.W., WRIGHT, D.G., GARRETT, C., and JUSZKO, B.-A. 1982. Horizontal exchange on central Georges Bank. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39 (8):* 1130-1137.

LONCAREVIC, B.D. 1982. Ocean bottom seismometry. *In* Handbook of Marine Science: Geophysical Exploration at Sea; *Ed.* R.A. Geyer. Boca Raton, Florida; CRC Press, Inc.: 219-263.

LONGHURST, A.R. (Editor). 1982. Consultation on the consequences of offshore oil production on offshore fish stocks and fishing operations. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1096.

LONGHURST, A.R. and HERMAN, A.W. 1982. Do zooplankton aggregate at, or near, the chlorophyll maximum? *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 28-31.

LORING, D.H. 1982. Geochemical factors controlling the accumulation and dispersal of heavy metals in the Bay of Fundy sediments. *Canadian Journal of Earth Sciences 19:* 930-944.

LOUIS, J.P. and SMITH, P.C. 1982. The development of the barotrophic radiation field of an eddy over a slope. *Journal of Physical Oceanography 12:* 56-73.

LOUIS, J.P., PETRIE, B.D., and SMITH, P.C. 1982. Observations of topographic Rossby waves on the continental margin off Nova Scotia. *Journal of Physical Oceanography 12:* 46-55.

MacDONALD, J.S., WAIWOOD, K.G., and GREEN, R.H. 1982. Rates of digestion of different prey in Atlantic cod (*Gadus morhua*), ocean pout (*Macrozoarces americanus*), winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*), and American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:* 651-659.

MacLEAN, B. 1982. Investigations of the Baffin Island Shelf from surface ship and research submersible in 1981. *In* Current Research, Geological Survey of Canada, Paper 82-1A: 445-447.

MAHON, R., HUNTE, W., OXENFORD, H., STOREY, K., and HASTINGS, R. 1982. Seasonality in the commercial marine fisheries of Barbados. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute 34:* 28-37.

MANLEY, T.O., CODISPOTI, L.A., HUNKINS, K.L., JACKSON, H.R., JONES, E.P., LEE, V., MOORE, S., MORRISON, J., PACKARD, T.I., and WADHAMS, P. 1982. The Fram 3 Expedition. *EOS 63:* 627-636.

MANN, K.H. 1982. Ecology of Coastal Waters: A Systems Approach. Oxford; Blackwell Scientific: 322 pp.

MANN, K.H. 1982. Kelp, sea urchins and predators: A review of strong interactions in rocky subtidal systems of Eastern Canada, 1970-1980. *Netherlands Journal of Sea Research 161:* 414-423.

MANN, K.H., CHAPMAN, A.R.O., and GAGNÉ, J. 1982. Seasonal patterns of carbon assimilation and utilization by kelps. *In* Synthetic and degradative Processes in Marine Macrophytes; *Ed.* L.M. Srivastava. Berlin; Walter de Gruyter & Co.: p. 23-28.

MASON, C.S. 1982. Proceedings: Wave information workshop, Bedford Institute of Oceanography, October 7, 8, 9, 1980. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 2.

McGLADE, J.M. 1982. Shape measurement in fishes. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 33-35.

MILLER, A.A.L., MUDIE, P.J., and SCOTT, D.B. 1982. Holocene history of Bedford Basin, Nova Scotia: Foraminifera, dinoflagellate, and pollen records. *Canadian Journal of Earth Sciences 19:* 729-747.

MILLER, K.G., GRADSTEIN, F.M., and BERGGREN, W.A. 1982. Late Cretaceous to early Tertiary agglutinated benthonic Foraminifera in the Labrador Sea. *Micropaleontology 28 (1):* 1-30.

MISRA, R.K. and SMITH, S.J. 1982. Comment on "Multivariate analysis as a means of comparing in fish". *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39 (10):* 1430-1431.

MORRIS, A.W., LORING, D.H., BALE, A.J., HOWLAND, R.J.M., MANTOURA, R.F.C., and WOODWARD, E.M.S. 1982. Particle dynamics, particulate carbon and the oxygen minimum in an estuary. *Oceanologica Acta 5:* 349-353.

MUDIE, P.J. 1982. Pollen distribution in recent marine sediments, eastern Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences 19:* 729-747.

MUDIE, P.J. and GUILBAULT, J.P. 1982. Ecostratigraphic and paleomagnetic studies of Late Quaternary sediments on the northeast Newfoundland Shelf. *In* Current Research, Geological Survey of Canada, Paper 82-1B: 107-116.

MUNROE, H.D. 1982. Regional variability, physical shoreline types and morphodynamic units of the Atlantic coast of mainland Nova Scotia. Geological Survey of Canada, Open File No. 725.

NETTLESHIP, D.N. and MILTON, R. 1982. Regional reports: northeastern North America, 1982. *Pacific Seabird Group Bulletin 9:* 24-32.

NETTLESHIP, D.N. and PIATT, J.F. 1982. Seabird mortality from gill-net fisheries in Newfoundland. Proceedings of the Seabird Group Conference, Denstone College, Uttoxeter, U.K., Feb. 12-14, 1982: 16-17.

NEU, H.J.A. 1982. Man-made storage of water resources — a liability to the ocean environment? Part 1. *Marine Pollution Bulletin 13 (1):* 7-12.

NEU, H.J.A. 1982. Man-made storage of water resources — a liability to the ocean environment? Part 2. *Marine Pollution Bulletin 13 (2):* 44-47.

NEU, H.J.A. 1982. Energy levels in the North Atlantic and ship routing. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 10.

NEU, H.J.A. 1982. 11-year deep-water wave climate of Canadian Atlantic waters. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 13.

OAKEY, N.S. 1982. Determination of the rate of dissipation of turbulent energy from simultaneous temperature and velocity shear microstructure measurements. *Journal of Physical Oceanography 12:* 256-271.

OAKEY, N.S. and ELLIOTT, J.A. 1982. Dissipation in the surface mixed layer. *Journal of Physical Oceanography 12:* 171-185.

ORR, C.D., WARD, R.M.P., WILLIAMS, N.A., and BROWN, R.G.B. 1982. Migration patterns of Red and Northern Phalaropes in southwest Davis Strait and the northern Labrador Sea. *Wilson Bulletin 94 (3):* 303-312.

PE-PIPER, G., PANAGOS, A.G., PIPER, D.J.W., and KOTOPOULI, C.N. 1982. The (?) mid-Triassic volcanic rocks of Lakonia, Greece. *Geological Magazine 119:* 77-85.

PETRIE, B. 1982. Aspects of the circulation on the Newfoundland continental shelf. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 11.

PIPER, D.J.W. and NORMARK, W.R. 1982. Effects of the 1929 Grand Banks earthquake on the continental slope off eastern Canada. *In* Current Research, Geological Survey of Canada, Paper 82-1B: 147-151.

PIPER, D.J.W. and NORMARK, W.R. 1982. Acoustic interpretation of Quaternary sedimentation and erosion on the channelled upper Laurentian Fan, Atlantic margin of Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences 19:* 1974-1984.

PIPER, D.J.W., PANAGOS, A.G., KONOTPOULOS, N., and SPILIOTOPOULOU, M. 1982. Coastal processes and morphology, Gulf of Patras, Greece. *Zeitschrift fur Geomorphologie, N.F., 26:* 365-374.

PIPER, D.J.W., PE-PIPER, G., KONTOPOULOS, N., and PANAGOS, A.G. 1982.

Plio-Pleistocene sedimentation in the western Lakonia graben, Greece. *Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie Manatshefte 11:* 679-691.

PLATT, T., HARRISON, W.G., IRWIN, B., HORNE, E.P., and GALLEGOS, C.L. 1982. Photosynthesis and photoadaptation of marine phytoplankton in the Arctic. *Deep-Sea Research 29:* 1159-1170.

PLATT, T., SUBBA RAO, D.V., SMITH, J.C., LI, W.K., IRWIN, B., HORNE, E.P.W., and SAMEOTO, D.D. 1982. Photosynthetically-competent phytoplankton from the aphotic zone of the deep ocean. *Marine Ecology: Progress Series 10:* 105-110.

POCKLINGTON, R. 1982. Phenolic aldehydes as indicators of the origin of humic substances in marine environments. *In* Aquatic and Terrestrial Humic Materials; *Eds.* R.F. Christman and E.T. Gjessing. Ann Arbor, Michigan: Ann Arbor Science Publishers: 371-386.

POCKLINGTON, R. 1982. La matière organique des eaux baignant le Sénégal et la Gambie. *Océanographie tropicale 17:* 71-84.

POCKLINGTON, R. 1982. Carbon transport in major world rivers: The St. Lawrence, Canada. Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg. SCOPE/UNEP Sonderband Heft. 52: 347-353.

POCKLINGTON, R. 1980. Dissolved organic matter in seawater: Past experience and future prospects. *In* Proceedings of a Symposium, May 31 – June 1, 1979, Victoria, B.C.: Marine Chemistry Into the Eighties; *Eds.* J.A.J. Thompson and W.D. Jamieson. National Research Council of Canada, Ottawa: 150-172.

POCKLINGTON, R. and MacKINNON, M.D. 1982. Organic matter in upwelling off Senegal and The Gambia. *Rapports et Procès-Verbaux des réunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer 180:* 254-265.

PROTHERO, W.A., JR., and REID, I. 1982. Microearthquakes on the East pacific Rise at 21°N and the Rivera Fracture Zone. *Journal of Geophysical Research 87 (B10):* 8509-8518.

REID, I. and FALCONER, R.K.H. 1982. A seismicity study in northern Baffin Bay. *Canadian Journal of Earth Sciences 19 (7):* 1518-1531.

REID, J. and LARSEN, E. 1982. An electronic inclinometer design for the measurement of wire cable angles during bongo plankton tows. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1085.

ROBERTSON, A.I. and MANN, K.H. 1982. Population dynamics and life history adaptations of *Littorina neglecta* Bean in an eelgrass meadow (*Zostera marina* L.) in Nova Scotia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 63:* 151-171.

Kathy Dadey, scientifique de l'Université du Rhode Island, échantillonne une carotte de sédiments fendue.

ROBINSON, J.D., MANN, K.H., and NOVITSKY, J.A. 1982. Conversion of the particulate fraction of seaweed detritus to bacterial biomass. *Limnology and Oceanography 27:* 1072-1079.

ROSS, C.K. 1982. Overflow '73 – Denmark Strait: Volume 3 – Temperature, salinity, and Sigma-t sections. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 16.

SAMEOTO, D.D. 1982. Zooplankton and micronekton abundance in acoustic scattering layers on the Nova Scotian slope. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:* 760-777.

SANDSTROM, H. and ELLIOTT, J.A. 1982. Tidal mixing at the shelf edge (or how to hunt the soliton?). *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 13-15.

SCHAFER, C.T. 1982. Foraminiferal colonization of an offshore dump site in Chaleur Bay, New Brunswick, Canada. *Journal of Foraminiferal Research 12 (4):* 317-326.

SCHAFER, C.T. and ASPREY, K.W. 1982. Significance of some geotechnical properties of continental slope and rise sediments off northeast Newfoundland. *Canadian Journal of Earth Sciences 19 (1):* 153-161.

SCHAFER, C.T. and COLE, F.E. 1982. Living benthic foraminifera distributions on the continental slope and rise east of Newfoundland, Canada. *Geological Society of America Bulletin 93:* 207-217.

SCOTT, J.S. 1982. Depth, temperature and salinity preferences of common fishes of the Scotian Shelf. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science III:* 29-39.

SCOTT, J.S. 1982. Distribution of juvenile

Brian Beanlands et Gerald Connolly mettent à l'essai un dispositif d'échantillonnage biologique dans l'aquatron de l'Université Dalhousie, une grande tour contenant de l'eau de mer dont les propriétés (température, salinité, stratification, etc.) peuvent être contrôlées.

haddock around Sable Island on the Scotian Shelf. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science III:* 87-90.

SCOTT, J.S. 1982. Selection of bottom type by groundfishes of the Scotian Shelf. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 39:* 943-947.

SCOTT, J.S. 1982. Digean parasite communities in flatfishes of the Scotian Shelf and southern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal of Zoology 60 (11):*

SCOTT, J.S. 1982. Canadian national research report, 1981, Part II: Subareas 4 and 5. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Scientific Council Summary Document 82/VI.

SHELDON, R.W., SUTCLIFFE, W.H., JR., and DRINKWATER, K. 1982. Fish production in multispecies fisheries. *In* Multispecies Approaches to Fisheries Management Advice; *Ed.* M.C. Mercer. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 59:* 28-34.

SHIH, K.G. and MACNAB, R. 1982. Geomagnetic field models: Some brief preliminary comparisons. *In* Current Research. Geological Survey of Canada, Paper 82-1A: 221-223.

SHIH, K.G. and MACNAB, R. 1982. The new International Geomagnetic Reference Fields: How good are they? *In* Current Research. Geological Survey of Canada, Paper 82-1B: 167-168.

SILVA, A.J., MORAN, K.M., and AKERS, S.A. 1982. Stress-strain-time behavior of deep sea clays. *In* Proceedings of the Second Canadian Conference on Marine Geotechnical Engineering. National Research Council of Canada, Halifax, N.S.

SHERIDAN, R.E., GRADSTEIN, F.M., *et al.* 1982. Early history of the Atlantic Ocean and gas hydrates on the Blake Outer Ridge: Results of Deep Sea Drilling Project Leg 76. *Geological Society of America Bulletin 93:* 876-885.

SILVERT, W. 1982. Optimal utilization of a variable fish supply. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:* 462-468.

SILVERT, W. 1982. Top-down modelling of multi-species fisheries. *In* Multispecies Approaches to Fisheries Management Advice; *Ed.* M.C. Mercer. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 59:* - 24-27.

SILVERT, W. and DICKIE, L.M. 1982. Multispecies interactions between fish and fishermen. *In* Multispecies Approaches to Fisheries Management Advice; *Ed.* M.C. Mercer. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 59:* 163-169.

SINCLAIR, M., SIMON, J., STOBO, W., and ILES, T.D. 1982. Assessment of the 1981 4VWX herring fishery. Canadian Atlantic Fisheries Scientific Advisory Committee, Research Document 82/36.

SINCLAIR, M., SINCLAIR, A., and ILES, T.D. 1982. Growth and maturation of southwest Nova Scotia Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:* 288-295.

SMITH, J.C. and CHONG, C.K. 1982. Body weight, activities of cytochrome oxidase and the electron transport system in the liver of the American plaice *Hippoglossoides platessoides*. Can these activities serve as indicators of metabolism? *Marine Ecology: Progress Series 9:* 171-179.

SMITH, J.N. and ELLIS, K.M. 1982. Transport mechanism for Pb-210, Cs-137 and Pu fallout radionuclides through fluvial-marine systems. *Geochimica et Cosmochimica Acta 46:* 941-954.

SMITH, J.N., ELLIS, K., and BISHOP, F.J. 1982. Pre-operational environmental monitoring report for the Point Lepreau, N.B., nuclear generating station – 1981. Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques n° 4.

SMITH, N.D. and SYVITSKI, J.P.M. 1982. Sedimentation in a glacier-fed lake: The role of pelletization on deposition of fine-grained suspensates. *Journal of Sedimentary Petrology 52:* 503-513.

SMITH, P.C. 1982. The Cape Sable experiment. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 9-12.

SMITH, P.C. and PETRIE, B.D. 1982. Low-frequency circulation at the edge of the Scotian Shelf. *Journal of Physical Oceanography 12:* 28-46.

SMITH, W. and WHITE, G. 1982. A mathematical model of senescence in metazoans. *Mechanisms of Ageing and Development 18:* 261-283.

SPRAGUE, J.B., VANDERMEULEN, J.H., and WELLS, P.G. (Editors). 1982. Oil and dispersants in Canadian seas – Research appraisal and recommendations. *Economic and Technical Review Report EPS 3-EC-82-2:* 185 pp.

SRIVASTAVA, S.P. 1982. Free air gravity anomaly map of Baffin Bay and Davis Strait between 78°N and 62°N. Geological Survey of Canada, Open File No. 839.

SRIVASTAVA, S.P. and FALCONER, R.K.H. 1982. A conflict between plate tectonic predictions and geological interpretation. *In* Nares Strait and the Drift of Greenland: A conflict in Plate Tectonics; *Eds.* P.R. Dawes and J.W. Kerr. *Greenland Geoscience 8:* 339-352.

STOBO, W.T. 1982. Tagging studies on Scotian Shelf herring. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Scientific Council Research Document 82/IX/108.

STOBO, W.T., MOORES, J.A., and MAGUIRE, J.J. 1982. The herring and mackerel resources on the east coast of Canada. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1081.

STOBO, W.T. and SIMON, J. 1982. Biological update for 4Vn herring, 1981-1982. Canadian Atlantic Fisheries Scientific Advisory Committee, Research Document 82/39.

STOFFYN, M. and MacKENZIE, F.T. 1982. Fate of dissolved aluminum in the oceans. *Marine Chemistry 11:* 105-127.

STOFFYN, M. and YEATS, P.A. 1982. Biological influences on the oceanic distributions of trace metals. *In* BIO Review '82; *Ed.* M.P. Latremouille. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2: 18-21.

STOFFYN-EGLI, P. 1982. Conservative behaviour of dissolved lithium in estuarine waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science 14:* 577-587.

STOFFYN-EGLI, P. 1982. Dissolved aluminum in interstitial waters of recent terrigenous marine sediments from the North Atlantic Ocean. *Geochimica et Cosmochimica Acta 46:* 1345-1352.

Heinz Wiele

Son Excellence le gouverneur général E. Schreyer dédicaçant un livre pour Frank Zemlyak lors d'une visite à la base d'opération de CESAR (Expédition canadienne pour l'étude de la crête Alpha dans l'océan Arctique).

STOVER, L.E. and WILLIAMS, G.L. 1982. Dinoflagellates. *In* Proceedings of the Third North American Paleontological Convention; *Eds.* B. Mamet and M.J. Copeland. Business and Economic Service Ltd., 111 Peter St., Suite 509, Toronto, Ontario H5V 2H1: 525-533.

SUBBA RAO, D.V. and PLATT, T. 1982. Photosynthetic response of marine phytoplankton to eserine salicylate zooplankton anaesthetizing substance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 65:* 241-247.

SWEENEY, J.F., WEBER, J.R., and BLASCO, S.M. 1982. Continental ridges in the Arctic Ocean: Lorex constraints. *Tectonophysics 89:* 217-237.

SYVITSKI, J.P.M. and MacDONALD, R.D. 1982. Sediment character and provenance in a complex fjord: Howe Sound, British Columbia. *Canadian Journal of Earth Sciences 19:* 1025-1044.

TAYLOR, R.B. and FROBEL, D. 1982. Morphological changes at dune restoration sites on Sable Island, 1975 to 1981. *In* Terrain Management and Biological Studies on Sable Island 1981; *Ed.* R.B. Taylor. Sable Island Advisory Committee, c/o Bedford Institute of Oceanography, Box 1006, Dartmouth, N.S. B2Y 4A2.

TEE, K.-T. 1982. The structure of three-dimensional tide-generating currents: Experimental verification of a theoretical model. *Estuarine and Coastal Shelf Science 14:* 27-48.

THOMAS, F.C. and SCHAFER, C.T. 1982. Distribution and transport of some common foraminiferal species in the Minas Basin, eastern Canada. *Journal of Foraminiferal Research 12 (1):* 24-38.

TRITES, R.W. 1982. Physical oceanographic features and processes relevant to *Illex illecebrosus* spawning areas and subsequent larval distribution. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Scientific Council Research Document 81/IV/24.

TRITES, R.W., LAWRENCE, D.J., and ROSS, C.K. 1982. An application of satellites and remote sensing to studies of surface circulation off eastern Canada. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Scientific Council Studies 4: 85-91.

VANDERMEULEN, J.H. 1982. Oil Spills: What Have we Learned? *In* Oil and Dispersants in Canadian Seas – Research Appraisal and Recommendations; *Eds.* J.B. Sprague, J.H. Vandermeulen, and P.G. Wells. *Economic and Technical Review Report EPS 3-EC-82-2:* 29-46.

VANDERMEULEN, J.H. 1982. Oil behaviour offshore and concentrations of oil in biota. *In* Consultation on the consequences of offshore oil production on offshore fish stocks and fishing operations; *Ed.* A.R. Longhurst. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 1096: 22-53.

VANDERMEULEN, J.H. 1982. Some conclusions regarding long-term biological effects of some major oil spills. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B297:* 151-168.

VILKS, G. 1982. Canadian summary report. *In* Proceedings of the Seventh Annual NEA/Seabed Working Group Meeting, La Jolla, California, March 15-19, 1982; *Ed.* D.R. Anderson. Sandia National Laboratories, SAND 82-0460: 14-16.

VILKS, G., DEONARINE, B., WAGNER, F.J., and WINTERS, G.V. 1982. Foraminifera in surface sediments of the southeastern Labrador Shelf and Lake Melville, Canada. *Geological Society of America Bulletin 93:* 225-238.

VILKS, G. and KRAUEL, D.P. 1982. Environmental geology of the Miramichi estuary: Physical oceanography. Geological Survey of Canada, Paper 81-24: 53 pp.

VOGT, P.R., KOVACS, L.C., BERNERS, C., and SRIVASTAVA, S.P. 1982. Asymmetric geophysical signatures in the Greenland-Norwegian and southern Labrador seas and the Eurasia Basin. *Tectonophysics 89:* 95-160.

WAGNER, F.J.E. and SCHAFER, C.T. 1982. Upper Holocene paleoceanography of inner Miramichi Bay. *Maritime Sediments 16 (1,2, and 3):* 5-10.

WAINWRIGHT, P.F. and MANN, K.H. 1982. Effect of antimicrobial substances on the ability of the Mysid shrimp *Mysis stenolepsis* to digest cellulose. *Marine Ecology: Progress Series 7:* 309-313.

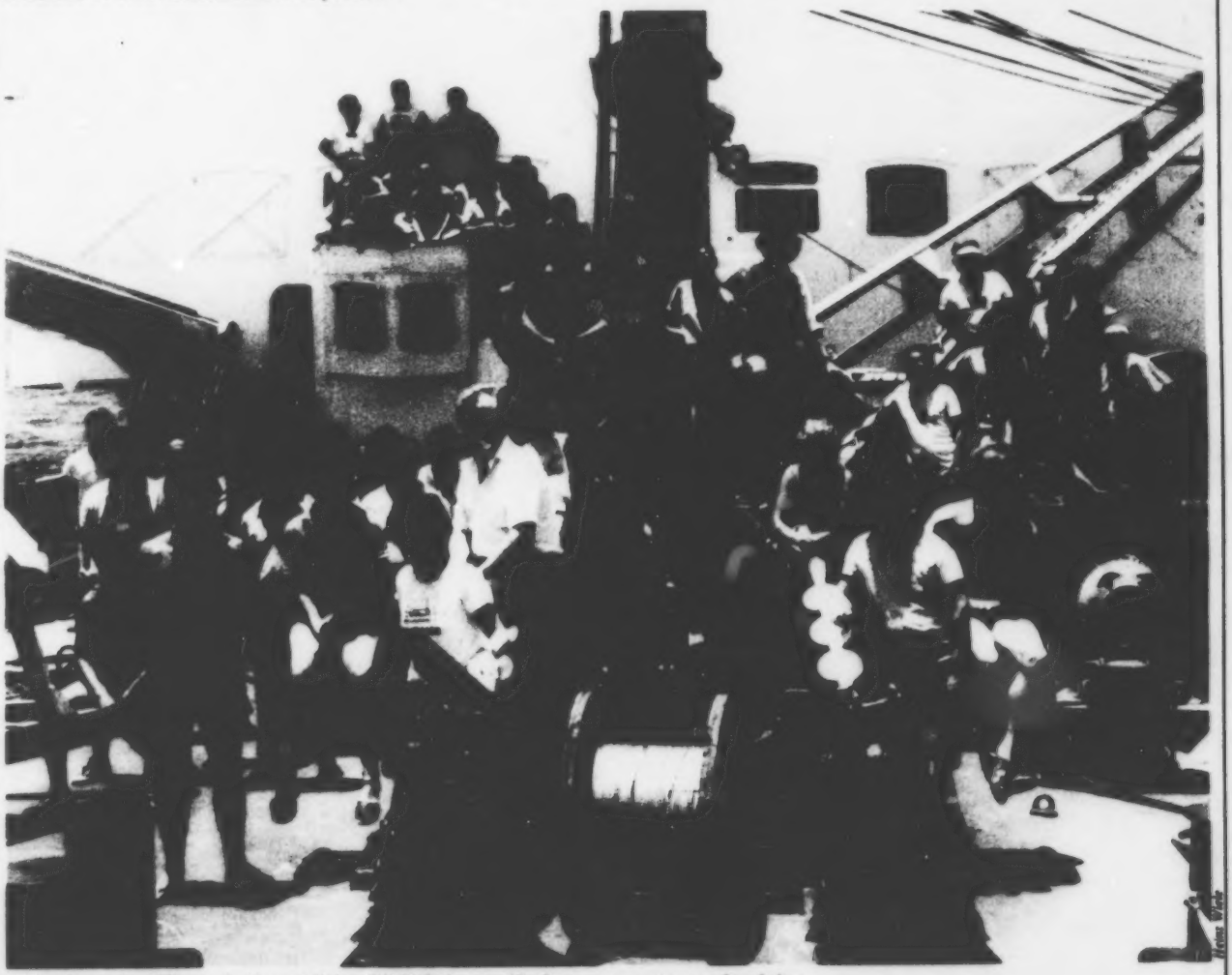
WALDRON, D.E., DRESCHER, G., and HARRIS, C. 1982. Discrimination of possible silver hake (*Merluccius bilinearis*) stocks on the Scotian Shelf. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Scientific Council Research Document 82/IX/98.

WANG, Y. and PIPER, D.J.W. 1982. Dynamic geomorphology of the drumlin coast of southeast Cape Breton Island. *Maritime Sediments 18:* 1-27.

WANG, Y., PIPER, D.J.W., and VILKS, G. 1982. Surface textures of turbidite sand grains, Laurentian Fan and Sohm Abyssal Plain. *Sedimentology 29:* 727-736.

WRENCH, J.J. and MEASURES, C.I. 1982. Temporal variations in dissolved selenium in a coastal ecosystem. *Nature (London) 299:* 431-433.

YEATS, P.A. and BEWERS, J.M. 1982. Discharge of metals from the St. Lawrence River. *Canadian Journal of Earth Sciences 19:* 982-992.



L'équipe scientifique de l'expédition 82-018 du nsc *Hudson*, en route vers la plaine abyssale de Nares (Porto Rico).

CHAPITRE 6

Expéditions réalisées en 1982

NSC HUDSON

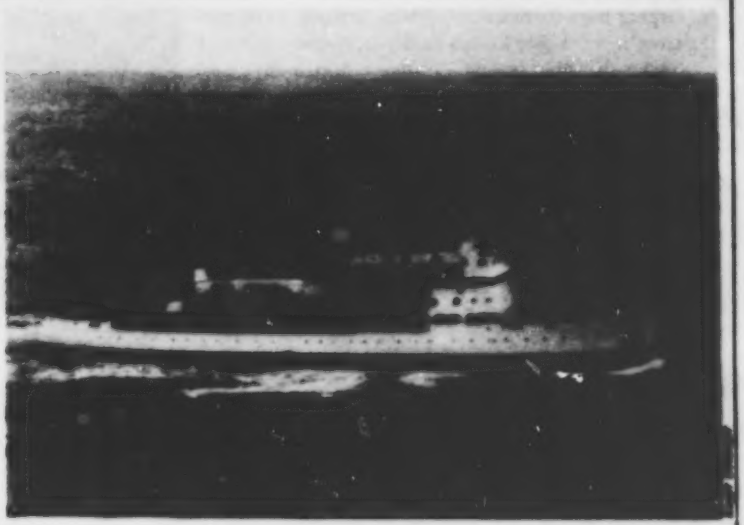
- Le nsc *Hudson* est un navire à propulsion diesel-électrique équipé et utilisé pour des projets pluridisciplinaires de recherche océanographique.
- Caractéristiques principales — Coque Lloyds Ice Class I... construit en 1963 ... 90,4 m de longueur hors-tout ... 15,3 m de largeur hors-tout ... 6,3 m de tirant d'eau maximum ... 4 870 tonnes de déplacement ... 3 721 tonnes de jauge brute ... vitesse maximum de 17 noeuds ... vitesse de croisière de 13 noeuds sur une mer de force 3 ... autonomie de 80 jours et de 23 000 milles m. à vitesse de croisière ... équipe scientifique de 26 personnes ... superficie de 205 m^2 en quatre laboratoires ... deux ordinateurs HP1000 ... plateforme et hangar pour hélicoptère ... double hélice et propulseur d'étrave pour tenir la position ... quatre vedettes de levé.
- 239 jours en mer et 35 412 milles m. parcourus en 1982

ANNÉE ET N° DE L'EXPÉDITION	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
82-001	14 fév. – 6 avril	A.R. Clark, LOA	Mer de Norvège; mer du Groenland	Hydrographie des profondeurs en hiver; étude de la convection en profondeur
82-002	11 avril – 2 mai	R.M. Hendry, LOA	Atlantic nord à 48°N	Hydrographie de base; étude des flux thermiques
82-014	25 mai – 10 juin	K.S. Manchester, CGA	Plateau et talus Scotian	Évaluation du matériel
82-018	15 juin – 5 juil.	D.E. Buckley, CGA	Plaine abyssale du détroit de Nares	Étude de l'historique de la déposition et de la réactivité géochimique des sédiments des profondeurs
82-022	7 au 26 juil.	P.J.C. Ryall, Université Dalhousie	Açores à Nouvelle-Écosse	Échantillonnage à la foreuse; vérification des systèmes de positionnement
82-027	12 août – 8 sept.	E.P. Jones, LOA	Plateau du Labrador; détroit d'Hudson; baie d'Hudson	Levé d'océanographie chimique; étude des processus biologiques, des sources de masses d'eau et des processus de mélange
82-031	9 – 24 sept.	C.T. Schafer, CGA	Fjords de l'est de l'île Baffin	Étude des processus géologiques de fjords arctiques

82-034	24 sept. – 17 oct.	B. MacLean, CGA	Est de l'île Baffin	Étude de la couche rocheuse; collecte de profils sismiques à haute résolution
82-038	2 – 27 nov.	J.R.N. Lazier, LOA	Plateau du Labrador	Levé CTP; remise en place des amarrages
82-054	18 oct. – 2 nov.	H.W. Josenhans, CGA	Plateau du Labrador	Levés de géologie superficielle

NSC BAFFIN

- Le nsc *Baffin* est un navire à propulsion diesel équipé pour les levés hydrographiques mais servant aussi pour l'océanographie en général. Il est la propriété du ministère fédéral des Pêches et des Océans qui en assure le fonctionnement
- Caractéristiques principales — Coque Lloyds Ice Class I . . . construit en 1956 . . . 87 m de longueur hors-tout . . . 15 m de largeur hors-membre . . . 5,7 de tirant d'eau maximum . . . 4 986 tonnes de déplacement . . . vitesse maximum de 15,5 noeuds . . . vitesse de croisière de 10 noeuds sur une mer de force 3 . . . autonomie de 76 jours et de 18 000 milles m. à vitesse de croisière . . . équipe hydrographique de 29 personnes . . . locaux prévus pour le dessin, le traçage et les laboratories . . . deux ordinateurs HP1000 . . . plate-forme et hangar pour hélicoptère . . . double hélice et propulseur d'étrave pour tenir la position . . . six vedettes de levé
- 164 jours en mer et 20 657 milles m. parcourus en 1982



ANNÉE ET N° DE L'EXPÉDITION	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
82-010	23 juin – 14 oct.	V.J. Gaudet, Région de l'Atlantique, SHC	Île de Sable; côte du Labrador	Cartographie hydrographique standard
82-039	21 oct. – 17 déc.	M.G. Swim, Région de l'Atlantique, SHC	Plateau Scotian	Hydrographie – Géophysique Cartographie des ressources

NSC DAWSON

- Le nsc *Dawson* est un navire à propulsion diesel équipé pour la recherche océanographique pluridisciplinaire, les levés hydrographiques et l'utilisation d'amarrages en eaux profondes et peu profondes. Il est la propriété du ministère fédéral des Pêches et des Océans qui en assure le fonctionnement
- Caractéristiques principales — construit en 1967 ... 64,5 m de longueur hors-tout ... 12 m de largeur hors-membre ... 4,9 m de tirant d'eau maximum ... 1 940 tonnes de déplacement ... 1 311 tonnes de jauge brute ... vitesse maximum de 14 noeuds ... vitesse de croisière de 10 noeuds sur une mer de force 3 ... autonomie de 45 jours et de 11 000 milles m. à vitesse de croisière ... équipe scientifique de 13 personnes ... superficie de 87,3 m^2 en quatre laboratoires ... local pour ordinateur ... double hélice et propulseur d'étrave pour tenir la position ... une vedette de levé
- 211 jours en mer et 22 681 milles m. parcourus en 1982

ANNÉE ET N° DE L'EXPÉDITION	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
82-003	28 fév. – 4 mars	D.B. Scott, Université Dalhousie	Nord du plateau et talus Scotian	Études paléo-océanographiques
82-004	8 – 18 mars	D.E.T. Bidgood, NSRF	Plateau et talus Scotian	Levés sismiques à haute résolution
82-005	22 – 26 mars	P.C. Smith, LOA	Cap de Sable (N.-É.)	Photographie stéréographique du fond; récupération des amarrages
82-006	1 – 8 avril	R. Pocklington, LOA	Plateau et talus Scotian; chenal Laurentien	Vérification de l'hypothèse de l'exportation du carbone organique
82-007	9 – 16 avril	K.-T. Tee, LOA	Estuaire du Saint-Laurent	Mise en place de courantomètres et mesures de CTP
82-008	16 – 26 avril	D. Cossa, INRS	Fjord du Saguenay	Étude de la distribution et du comportement des polluants à l'état de traces
82-012	3 – 14 mai	R. Haedrich, Université Memorial	Chenal Laurentien; côte sud de Terre-Neuve	Étude des biocénoses et des sources de types d'eau dans les bassins profonds
82-013	16 – 29 mai	H. Miller, Université Memorial	Presqu'île Avalon	Levé de la gravité sous-marine
82-016	2 – 13 juin	R.O. Fournier, Université Dalhousie	Section de Halifax	Étude du maximum chlorophyllien sous la surface et des relations de la chaine trophique marine
82-017	15 – 25 juin	T. Koslow, Université Dalhousie	Banc Browns; entrée de la baie de Fundy	Observations sur la biologie des euphausides
82-025	15 – 23 juil.	D.D. Sameoto, LEM	Bassin et banc Émeraude	Vérification du BIONESS et de l'EPLH et échantillonnage
82-026	25 juil. – 7 août	R.W. Sheldon, LEM	Baie St-Georges; plateau des îles de la Madeleine	Études écologiques et physiques
82-028	9 – 16 août	E. Laberge, INRS	Fleuve Saint-Laurent	Prélèvement d'échantillons de zooplancton et d'eau

82-029	17 – 26 août	N. Silvergerg, UQAR	Golfe et estuaire du Saint-Laurent	Évaluation des processus biochimiques de la couche frontalière benthique
82-032	8 – 15 sept.	K.-T. Tee, LOA	Estuaire du Saint-Laurent	Récupération des amarrages
82-033	22 sept. – 7 oct.	A.S. Bennett, LOA	Marge septentrionale du Gulf Stream	Étude des zones frontalières
82-040	12 – 18 oct.	C.L. Amos, CGA	Banc de l'île de Sable	Échantillonnage et levés des formes du fond de la mer
82-037	20 – 25 oct.	D.L. McKeown, LOA	Bassin et banc Émeraude	Vérification du courantomètre à profil Ametek et des systèmes de positionnement
82-035	26 oct. – 1 nov.	P.C. Smith, LOA	Sud-ouest du plateau Scotian	Récupération et redéploiement des amarrages; vérification du courantomètre à profil Ametek; levé hydrographique
82-042	9 – 18 nov.	G.L. Bugden, LOA	Golfe du Saint-Laurent	Relevé CTP en vue des prévisions annuelles des conditions de la glace; échantillonnage des substances nutritives et de l'oxygène; déploiement de bouée à thermistor satellitaire
82-043	1 – 8 déc.	N.S. Oakey, LOA	Plateau Scotian	Étude de la variabilité spatiale et temporelle de la turbulence dans la couche mixte

NSC MAXWELL

- Le nsc *Maxwell* est un navire à propulsion diesel équipé et utilisé pour les levés hydrographiques côtiers. Il est la propriété du ministère fédéral des Pêches et des Océans qui en assure le fonctionnement
- Statistiques principales — construit en 1962 ... 35 m de longueur hors-tout ... 7,6 m de largeur hors-membre ... 2,1 m de tirant d'eau maximum ... 280 tonnes de déplacement ... 262 tonnes de jauge brute ... vitesse maximale de 12,2 noeuds ... vitesse de croisière de 10 noeuds sur une mer de force 2 ... autonomie de 10 jours et de 2 400 milles m. à la vitesse de croisière ... équipe scientifique de 7 personnes ... installations de dessin et de traçage ... deux vedettes de levé
- 190 jours en mer et 9 902 milles m. parcourus en 1982

ANNÉE ET N° DE L'EXPÉDITION	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
82-009	20 avr. – 24 juin (Phase I)	V.J. Gaudet, région de l'Atlantique, SHC	Cap Ste-Marie; détroit de Belle-Isle	Cartographie de navigation standard
82-009	6 juil. – 3 nov. (Phase II)	J.D. Ferguson, région de l'Atlantique, SHC	Cap Ste-Marie; détroit de Belle-Isle	Cartographie de navigation standard
82-041	9 – 26 nov.	R.M. Eaton, région de l'Atlantique, SHC	Baie Mahone (N.-É.)	Vérification du Navstar, des UHF et du Loran-C

NAVICULA

- Le *Navicula* est un bateau de pêche à coque de bois affrété par le ministère des Pêches et des Océans et utilisé pour des recherches en océanographie biologique
- Caractéristiques principales — construit en 1968 . . . 19.8 m de longueur hors-tout . . . 5.5 m de largeur hors-membre . . . 110 tonnes de déplacement . . . 78 tonnes de jauge brute
- 163 jours de sortie et 5 228 milles m. parcourus en 1982

ANNÉE ET N° DE L'EXPÉDITION	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
82-011	4 mai – 17 juin (Phase I)	J. Goudyear, région de l'Atlantique, SHC	Port-aux-Basques à baie de l'Hermitage (T.-N.)	Révision des cartes de navigation
82-011	23 août – 29 oct (Phase II)	J. Goudyear, région de l'Atlantique, SHC	Baie de l'Hermitage à St-Jean (T.-N.)	Révision des cartes de navigation
82-019	21 juin – 4 juil.	T. Lambert, LEM	Baie St-Georges (T.-N.)	Études biologiques et physiques, estimation de la population reproductrice de maquereaux
82-020	5 – 14 juil.	G. Packman, SPE	Hâvre de Dalhousie (N.-B.), rivière Miramichi (N.-B.)	Vérification des sites d'immersion des déchets en mer
82-023	15 juil. – 18 août	G.C. Harding, LEM	Baie St-Georges (T.-N.)	Échantillonnage biologique

AUTRES EXPÉDITIONS

ANNÉE - N° DE L'EXPÉDITION & NAVIRE	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
82-015 V.M. *Sigma-T*	1 juin – 12 août	B.D. Irwin, LEM	Bassin de Bedford (N.-É.)	Océanographie biologique, vérification du matériel
		T. Rowell, Direction générale des services de la ressource	Côte sud (N.-É.)	Relevé des palourdes

LADY HAMMOND

- Le *Lady Hammond*, chalutier de pêche transformé, affrété de la Northlake Shipping Ltd par le ministère des Pêches et des Océans, est utilisé exclusivement pour la recherche halieutique. Il sert principalement à la Division des poissons de mer, qui possède des éléments à l'IOB et à St. Andrews (N.-B.). Sauf indication contraire, le responsable fait partie de la Division des poissons de mer.
- Caractéristiques principales — construit en 1972 . . . 54 m de longueur hors-tout . . . 11 m de largeur hors-tout . . . 5,5 m de tirant d'eau maximum . . . 306 tonnes de jauge brute . . . vitesse maximum de 13,5 noeuds . . . vitesse de croisière de 12 noeuds

N° DE L'EXPÉDITION	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
H069	6 – 18 jan. 20 – 29 jan.	J. Reid	Banc Georges à Halifax	Relevé standard de l'ichtyoplancton du plateau Scotian
H070	2 – 12 fév. 14 – 25 fév.	F. Budden	Eaux du talus et du Gulf Stream	Étude de la distribution et de l'abondance des larves et des juvéniles de *Illex illecebrosus*
H071	1 – 10 mars	J.S. Scott	Banc Émeraude au chenal Laurentien	Inventaire des poissons de fond; étude des mœurs alimentaires et des maladies des poissons
H072	16 – 24 mars	S. Smith	Banc Émeraude à baie de Fundy	Inventaire des poissons de fond; étude des mœurs alimentaires et des maladies des poissons
H073	29 mars – 7 avr.	K. Zwanenburg	Banquereau au chenal Laurentien	Inventaire du sébaste
H074	15 – 21 avr.	N.J. McFarlane	Plateau Scotian	Relevé des jeunes poissons de fond et analyses des contenus stomacaux du merlu argenté
H075	26 avr. – 7 mai	A.W. Herman, LOA	Plateau Scotian	Étude de la structure verticale des copépodes; mesures de la production chlorophyllienne; vérification du système de pompes
H076	10 – 28 mai	D. Waldron	Banquereau au banc Browns	Relevé du merlu argenté
H077	31 mai – 10 juin	G. Young	Plateau Scotian	Estimation de l'abondance d'avant-saison de l'encornet nordique
H078	14 – 25 juin	J. Reid	Plateau Scotian	Essais d'engins de pêche
H079	28 juin – 2 juil.	C.I. Cosper	Banc Émeraude	Relevé de poissons vivants
H080	9 – 19 juil.	P.A. Koeller	Plateau Scotian et baie de Fundy	Inventaire d'été des poissons de fond
H081	21 – 30 juil.	J.J. Hunt	Plateau Scotian et baie de Fundy	Inventaire d'été des poissons de fond
H082	4 – 6 août	S. Walsh	Div. 3NO de l'OPANO	Étude de la distribution et de l'abondance des poissons plats et de leur relation avec la population commerciale
H083	23 août – 15 sept.	D. Reddin	Godhaab à Holsteinburg (Groenland)	Collecte de données biologiques sur le saumon et autres poissons dans les usines en vue d'analyses de fonctions discriminatoires

H084	27 sept. – 6 oct.	J.J. Hunt	Banc Western, chenal Laurentien et baie de Sydney	Relevé d'automne des poissons de fond et pêche comparative avec l'*Alfred Needler*
H085	12 – 26 oct.	K. Waiwood	Banc Western à baie de Fundy	Relevé d'automne des poissons de fond et pêche comparative avec l'*Alfred Needler*
H086	1 – 12 nov.	J. Reid	Plateau Scotian	Essais d'engins de pêche
H087	15 nov. – 13 déc.	D. Beanlands	Plateau Scotian	Reconfirmation de lieux de ponte de la goberge et étude de leur variation nycthémérale

E.E. PRINCE

- Le *E.E. Prince* est un chalutier de pêche arrière à coque d'acier servant à la recherche halieutique et à la pêche expérimentale et exploratoire. Il est la propriété du ministère fédéral des Pêches et des Océans qui en assure le fonctionnement
- Caractéristiques principales — construit en 1966 . . . 39,9 m de longueur hors-tout . . . 8,2 m de largeur hors-tout . . . 3,6 m de tirant d'eau maximal . . . 421 tonnes de déplacement . . . 406 tonnes de jauge brute

Roger Bélanger

ANNÉE ET N° DE L'EXPÉDITION	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
P 264	5 – 17 janv.	R. Randall	Baie Chédabouctou	Abondance du hareng
P 265	17 – 29 janv.	R. Shotton, LEM	Baie Chédabouctou	Abondance du hareng
P 266	15 – 24 fév.	M.-L. Dickson	Est du banc Browns & div. 4X de l'OPANO	Collecte de données par méthodes acoustiques sur espèces uniques ou multiples de poissons de fond
P 267	1 – 2 mars	G. Shum	Banc Émeraude	Capture de poissons vivants pour expériences
P 268	9 – 18 mars	P. Hurley	Baie de Fundy	Relevé des larves de hareng, du plancton et du microzooplancton
P 269	30 mars – 7 av.	G. Robert	Plateau Scotian	Relevé d'évaluation des stocks de pétoncles
P 270	19 – 29 avril	R. Mohn	Canso et Golfe près du rebord du plateau Scotian	Relevé des crevettes
P 271	6 – 20 mai	J. Reid	Bancs Georges et Browns	Relevé standard de l'ichtyoplancton du plateau Scotian
P 272	25 mai – 1 juin	R. Cormier	Large de l'île du Cap-Breton	Identification de crabes nains par photographie sous-marine
P 273	7 – 21 juin	G. Young	Sud du golfe du Saint-Laurent	Estimation de la production totale d'œufs de maquereau (1re couverture du quadrillage)
P 274	7 – 21 juin	C. Young	Sud du golfe du Saint-Laurent	Estimation de la production totale d'œufs de maquereau (25 stations de la deuxième couverture)
P 275	24 juin – 9 juil.	K. Metuzals	Golfe du Saint-Laurent	Relevé des œufs de maquereau
P 276	12 – 27 juil.	B. Charlton	Plateau Scotian	Relevé standard de l'ichtyoplancton du plateau Scotian

	22 juil. – 6 août	J. Reid	Plateau Scotian	Relevé standard de l'ichtyoplancton du plateau Scotian
P 277	11 août – 2 sept.	G. Robert	Bancs Georges & Browns	Relevé d'évaluation des stocks de pétoncles géants
P 278	9 – 17 sept.	S.J. Smith	Golfe du Saint-Laurent	Inventaire d'automne des poissons de fond
P 278	20 sept. – 1 oct.	N.J. McFarlane	Golfe du Saint-Laurent	Inventaire d'automne des poissons de fond
P 279	5 – 15 oct.	L.M. Dickie, LEM	N.-O. du Banquereau	Relevé acoustique
P 280	27 oct. – 9 nov.	M. Power	Baie de Fundy, golfe du Maine; large du S.-O. de Nouvelle-Écosse	Relevé des larves de hareng en vue d'en déterminer la distribution et l'abondance en automne
P 281	16 – 25 nov.	R. Mohn	Fosses profondes, S.-O. du Cap-Breton	Relevé de l'abondance et de la distribution des crevettes

ALFRED W.H. NEEDLER

- Le V.M. *Alfred W.H. Needler* est un navire à propulsion diesel, propriété du ministère fédéral des Pêches et des Océans, qui en assure le fonctionnement. Il sert à la recherche halieutique.
- Caractéristiques principales — construit en 1982 ... 50,3 m de longueur hors-tout ... 10,9 m de largeur ... 925,03 tonnes de deplacement ... équipe scientifique de 10 personnes ... équipé de systèmes de communication, appareils électroniques, aides de navigation, instruments de recherche et engins de pêche modernes

N° DE L'EXPÉDITION	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
N-001	13 – 24 sept.	D.J. Wildish	Banc Browns	Levé d'échantillonnage benthique
N-002	1 – 15 oct.	P.A. Koeller	Plateau Scotian	Relevé comparatif des poissons de fond avec le *Lady Hammond*
N-003	12 – 27 oct.	J.S. Scott	Plateau Scotian	Relevé comparatif des poissons de fond avec le *Lady Hammond*
N-004	1 – 12 nov.	Contremandée par suite de panne mécanique		
N-005	15 – 28 nov.	K. Zwanenburg	Plateau Scotian	Relevé du sébaste (100 premières stations)
N-006	15 – 28 nov.	K. Zwanenburg	Plateau Scotian	Relevé du sébaste (reste des stations)

EXPÉDITIONS AVEC NAVIRES AFFRÉTÉS

NAVIRE	N° DE L'EXPÉDITION	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
Marinus	44	13 – 28 avr.	J.P. Wheller	Baies Bonavista & de la Trinité	Levé acoustique
Shamrock	81	2 – 17 juin	A. Hay	Baie de Fortune (T.-N.)	Collecte de profils de CTP
R.D.R. Enterprise	RE01	21 juin – 2 juil.	D. Deanlands	Baie St. Margaret (N.-É.)	Distribution des jeunes goberges
J.L. Hart	JH003	28 juin – 30 juil.	U. Buerkle	Baie de Fundy	Relevé acoustique
Kevin O.A.	K002	26 juil. – 20 août	J.S. Scott	Région de l'île de Sable	Relevé des jeunes poissons de fond
Cyros	CR01	19 août – 2 sept.	H. Dupouy	Plateau Scotian	Distribution de l'encornet
Cyros	CR02	5 – 18 sept.	H. Dupouy	Plateau Scotian	Distribution de l'encornet
J.L. Hart	GM-82	13 – 24 sept.	M. Lundy	Grand-Manan, banc SO et banc NE	Relevé d'évaluation des stocks de pétoncles géants
Shamook	90	16 sept. – 5 oct.	C. George	Baie Notre-Dame	Marquage de morues
J.L. Hart	JH004	4 – 7 oct.	K. Abbott	Baie de Fundy & golfe du Maine	Étude de la distribution des larves de hareng, de leur abondance relative et de leur dérive
J.L. Hart	—	17 – 18 nov.	G.E. Fawkes	Bassin de Grand-Manan	Relevé des crabes
J.L. Hart	—	29 nov. – 3 déc.	K. Abbott	Baie de Fundy & golfe du Maine	Étude de la distribution des larves de hareng, de leur abondance relative et de leur dérive
J.L. Hart	—	13 – 15 déc.	G.E. Fawkes	Sud et sud-est de Grand-Manan	Relevé de *Gonyaulax* et des crustacés

EXPÉDITIONS RÉALISÉES EN COOPÉRATION

La Division des poissons de mer a participé en 1982 à des expéditions réalisées en collaboration à bord du navire de recherche soviétique *Ekliptika* (abrégé EK)

N° DE L'EXPÉDITION	DATES	RESPONSABLE	ZONE COUVERTE	OBJECTIFS
EK04	22 sept. – 14 oct.	J. Sochasky	Région des hauts-fonds Eastern (N.-É.)	Relevé standard de l'ichtyoplancton du plateau Scotian
EK05	15 oct. – 15 nov.	B. Wood	Plateau Scotian	Détermination de l'abondance du merlu argenté du groupe d'âge 0

CHAPITRE 7

Organisation et personnel

L'IOB est un institut de recherche du gouvernement du Canada placé sous la responsabilité du ministère des Pêches et des Océans (MPO), qui l'administre pour son propre compte et pour celui des autres ministères fédéraux qui y possèdent des laboratoires et des services. Les recherches, les installations et les services de l'Institut relèvent d'une série de comités généraux et spéciaux.

L'IOB abrite aussi les bureaux de l'Organisation des pêches de l'Atlantique nord-ouest (secrétaire exécutif – capitaine J.C.E. Cardoso); les laboratoires d'analyse du Service de la protection de l'environnement (Dr H.S. Samant) du ministère de l'Environnement (MDE); enfin, le bureau de la région de l'Atlantique de l'Administration des terres pétrolifères et gazéifères du Canada du ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources (DEMR). Certains locaux sont loués à des sociétés privées oeuvrant dans le domaine des sciences de la mer: Huntec Ltd, Wycove Systems Ltd et Franklin Computers Ltd.

Nous présentons ci-dessous les principaux groupes qui travaillent à l'Institut, ainsi que le nom de leur chef et une liste du personnel de l'Institut en janvier 1983. Les numéros de téléphone apparaissent sur la première liste; noter que l'indicatif régional de la Nouvelle-Écosse est 902 et que l'indicatif local de l'Institut est 426. Le groupe ou la division où travaille chaque employé est indiqué en abrégé après son nom; les abréviations utilisées sont définies dans la liste des groupes principaux.

SCIENCES ET LEVÉS OCÉANIQUES, ATLANTIQUE (MPO)

A.R. Longhurst
DG – Directeur général 3492

DIO – Division de l'information océanique
H.B. Nicholls, chef 3246

Relations publiques
C.E. Murray, responsable 3251

Officier de BIOMAIL
G.R. Smith 3251

SG – Services de gestion
G.C. Bowdridge, responsable 6166

Services administratifs
M.C. Bond, chef 7060

Services financiers
E. Pottie, chef 7060

Services de la gestion du matériel
A.R. Mason, chef 3487

P – Services du personnel
J.G. Feetham, responsable 2366

LOA – Laboratoire océanographique de l'Atlantique
G.T. Needler, directeur 7456

LOA – 1. Océanographie chimique
J.M. Bewers, chef 2371

LOA – 2. Océanographie côtière
C.S. Mason, chef 3857

LOA – 3. Métrologie
D.L. McKeown, chef 3489

AOL – 4. Circulation océanique
J.A. Elliott, chef 2502

SHC – Service hydrographique du Canada (Région de l'Atlantique)
A.J. Kerr, directeur 3497

SHC – 1. Levés hydrographiques
T.B. Smith, chef 2432

SHC – 2. Production des cartes
Chef (poste vacant) 7286

SHC – 3. Développement hydrographique
R.G. Burke, chef 3657

SHC – 4. Navigation
R.M. Eaton, chef 2572

SHC – 5. Planification et dossiers
R.C. Lewis, chef 2477

SHC – 6. Marées
S.T. Grant, chef suppléant 3846

LEM – Laboratoire d'écologie marine
K.H. Mann, directeur 3696

LEM – 1. Océanographie biologique
T.C. Platt, chef 3793

LEM – 2. Qualité de l'environnement
R.F. Addison, chef 3279

LEM – 3. Océanographie des pêches
S.R. Kerr, chef 3792

RI – Ressources de l'Institut
R.L.G. Gilbert, responsable 3681

RI – 1. Navires
E.S. Smith, chef 7292

RI – 2. Services d'ingénierie
D.F. Dinn, chef 3700

RI – 3. Services informatiques
D.M. Porteous, chef 2452

RI – 4. Services de bibliothèque
J.E. Sutherland, chef 3675

RI – 5. Services de publication
M.P. Latrémouille, chef 5947

SERVICES DES PÊCHES DANS L'ATLANTIQUE, MARITIMES (MPO)

DPM – Division des poissons de mer
T.D. Iles, chef suppléant 8390

CSCPCA – Comité scientifique consultatif des pêches canadiennes dans l'Atlantique Secrétariat
D. Geddes 8390

SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE (DOE)

UROM – Unité de recherche sur les oiseaux de mer 3274

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA (EMR)

CGA – Centre géoscientifique de l'Atlantique
M.J. Keen, directeur 2367

CGA – 1. Administration
P.G. Stewart, chef 2111

CGA – 2. Géologie du pétrole – secteur de l'Est
G.L. Williams, chef 2730

CGA – 3. Géologie du milieu marin
D.J.W. Piper, chef 7730

CGA – 4. Soutien des programmes
K.S. Manchester, chef 3411

CGA – 5. Reconnaissance régionale
R.T. Haworth, chef 3448

Le PERSONEL

ABOU DEBS, Chantal *LEM-3*
ABRIEL, James *LOA-1*
ACKER, Queenie *SG*
ADAMS, Al *RI-1*
ADDISON, Richard *LEM-2*
AHERN, Patrick *LEM-2*
ALLEN, Lorraine *LEM-3*
AMERO, Roy *SHC-1*
AMIRAULT, Byron *LOA-1*
AMOS, Carl *CGA-3*
ANDERSON, Bob *LOA-4*
ANDERSON, Debbie *SG*
ANDERSON, George *SG*
ANNAND, Christine *DPM*
ARCHER, Barbara *DIO*
ARCHIBALD, Chris *SG*
ARMITAGE, Fred *RI-2*
ARMSTRONG, Nancy *DPM*
ASCOLI, Piero *CGA-2*
ASPREY, Ken *CGA-3*
ATKINSON, Karen *LOA-2*
ATKINSON, Tony *CGA-4*
AVERY, Mike *CGA-2*
AVEY, David *Baffin*
AWALT, Garon *RI-2*

BACKMAN, Earl *Dawson*
BAKER, Lloyd *RI-1*
BARRON, John *LOA-4*
BARSS, Sedley *CGA-2*
BASDEN, Kelly *RI-1*
BASTIEN, Robert *RI-3*
BEALS, Carol *SHC*
BEANLANDS, Brian *LOA-3*
BEANLANDS, Diane *DPM*
BEAVER, Darrell *CGA-4*
BECK, Brian *DPM*
BECK, Vince *RI-3*
BELANGER, Roger *RI-5*
BELL, Bill *Dawson*
BELLEFONTAINE, Larry *LOA-2*
BELLEFONTAINE, Linda *SG*
BENNETT, Andrew *LOA-3*
BENNETT, Rick *Navicula*
BERKELEY, Tom *SHC-3*
BEST, Neville *Hudson*
BETLEM, Jan *LOA-3*
BEWERS, Michael *LOA-1*
BLAKENEY, Claudia *CGA-3*
BLANCHARD, Elaine *SG*
BLANEY, Dave *SHC-1*
BLASCO, Steve *CGA-3*
BONANG, Faye *SG*
BONANG, Linda *SG*
BOND, Murray *SG*
BOUDREAU, Gerry *LOA-4*
BOUDREAU, Henri *SHC-1*
BOUDREAU, Paul *LEM-3*
BOUTILIER, Gary *DPM*
BOWDRIDGE, Gordon *SG*
BOWEN, Eileen *SG*
BOWMAN, Garnet *SHC-1*
BOWSER, Mike *RI-2*
BOYCE, Rick *LOA-2*
BOYCE, William *CGA-4*
BRANTON, Bob *DPM*
BRINE, Doug *RI-3*
BRODIE, Paul *LEM-3*
BROWN, Dick *UROM*
BUCKLEY, Dale *CGA-3*
BUGDEN, Gary *LOA-2*
BURGESS, Frank *SHC-1*
BURHOE, Meg *SG*
BURKE, Robert *SHC-3*
BURKE, Walter *SHC-1*

CALDWELL, Glen *RI-2*
CAMERON, Ralph *SHC-1*
CAMERON, Rose *SG*
CAMPBELL, Paul *CGA-3*
CARR, Judy *DPM*
CARSON, Bruce *LOA-4*
CASEY, Deborah *RI-3*
CASHIN, Elmo *RI-1*
CASSIVI, Roger *LOA-3*
CAVERHILL, Carla *LEM-1*
CHAMBERLAIN, Duncan *RI-1*
CHAPMAN, Borden *CGA-4*
CHAREST, Janet *RI-4*
CHARLTON, Beverly *DPM*
CHENIER, Marcel *SHC-2*
CHIN-YEE, Mark *RI-2*
CLARKE, Allyn *LOA-4*

Ross Virtz

Ruth Jackson sifflant en travaillant à la base d'opération de CESAR.

CLARKE, Tom *RI-2*
CLATTENBURG, Donald *CGA-3*
CLIFF, John *Baffin*
CLOTHIER, Rodney *Baffin*
COADY, Vernon *CGA-4*
COCHRANE, Norman *LOA-3*
COLE, Flona *CGA-3*
COLFORD, Brian *SG*
COLLIER, Kathie *LOA-3*
COLLINS, Gary *RI-3*
COMEAU, Ernest *SHC-1*
CONNOLLY, Gerald *LOA-3*
CONOVER, Bob *LEM-1*
CONRAD, Bruce *Hudson*
CONRAD, David *LOA-1*
COOK, Gary *CGA-2*
COOKE, Gary *RI-2*
COOTE, Art *LOA-1*
COSGROVE, Art *RI-5*
COSTELLO, Gerard *SHC-1*
COURNOYER, Jean *RI-2*
COX, Brian *Baffin*
CRANFORD, Peter *LEM-2*
CRANSTON, Ray *CGA-3*
CRAWFORD, Keith *SHC-2*
CREWE, Norman *LOA-1*
CRILLEY, Bernard *CGA-2*
CRONK, Suzanne *CGA-5*
CROWE, Hubert *Hudson*
CRUX-COOK, Elizabeth *SHC-2*
CUNNINGHAM, Carol *LOA-1*
CURRIE, Linda *DPM*
CURRIE, Randy *RI-3*
CUTHBERT, Jim *RI-3*

DAGNALL, Joyce *UROM*
DALE, Carla *DPM*
DALE, Jackie *LEM*
DALZIEL, John *LOA-1*
DANIELS, Marilyn *RI-4*
D'APOLLONIA, Steve *CGA-3*
DAS, Paddy *Baffin*
DAVIES, Ed *CGA-2*
DAWE, Jane *CGA-5*
DEASE, Ann *SG*
DEASE, Gerry *RI-2*
DeLONG, Bob *RI-2*
DEMONT, Leaman *RI-2*
DENMAN, Richard *LEM-3*
DENMAN, Shirley *CGA-1*

Roger Bélanger

Peter Vass

DENNIS, Pat *CGA-1*
D'ENTREMONT, Paul *LOA-2*
DEONARINE, Bhan *CGA-3*
DESCHENES, Mary Jean *RI-3*
DESSUREAULT, Jean-Guy *LOA-3*
DICKIE, Lloyd *LEM-3*
DICKIE, Paul *LEM-1*
DICKINSON, Ross *Dawson*
DICKSON, Mary Lynn *DPM*
DINN, Donald *RI-2*
DOBSON, Des *LOA-2*
DOBSON, Fred *LOA-4*
DOLLIMOUNT, Ray *Hudson*
DOWD, Dick *LEM-3*
DRINKWATER, Ken *LEM-3*
DUFFY, Sean *SHC-1*
DUGAS, Theresa *CSCPCA*
DUNBRACK, Stu *SHC-1*
DURVASULA, Rao *LEM-1*

EATON, Mike *SHC-4*
EDMONDS, Roy *LEM*
EDWARDS, Bob *P*
EISENER, Don *RI-2*
ELLIOTT, Jim *LOA-4*
ELLIS, Kathy *LOA-1*
ETTER, Jim *RI-2*

FADER, Gordon *CGA-5*
FAHIE, Ted *RI-2*
FAULKNER, Pat *SG*
FEETHAM, Jim *P*
FENERTY, Norman *RI-5*
FENN, Guy *CGA-4*
FERGUSON, Carol *RI-1*
FERGUSON, John *SHC-1*
FINDLEY, Bill *RI-1*
FITZGERALD, Bob *CGA-3*
FLEMING, Dave *SHC-2*
FODA, Azmeralda *LEM-2*
FOOTE, Tom *LOA-2*
FORBES, Donald *CGA-3*
FORBES, Steve *SHC-3*
FOWLER, George *LOA-3*
FOWLER, Mark *DPM*
FRASER, Brian *LEM-1*
FRASER, Jack *Maxwell*
FRASER, Sharalyn *P*
FRASER, Sherry *LOA-4*
FREEMAN, Ken *LEM-3*
FRICKER, Aubrey *CGA-4*
FRIIS, Mike *SG*
FRIZZLE, Doug *SHC-2*
FROBEL, David *CGA-3*
FROST, Jim *LEM-1*
FULLERTON, Anne *LEM-3*

GAGNÉ, Jacques *DPM*
GALLANT, Celesta *SG*
GALLANT, Roger *RI-2*
GALLIOTT, Jim *LOA-2*
GAMMON, Gary *SG*
GAUDET, Victor *SHC-1*
GAY, Tommy *RI-1*
GEDDES, Dianne *CSCPCA*
GIDNEY, Betty *RI-5*
GILBERT, Reg *RI*
GILROY, Dave *RI-2*
GIROUARD, Paul *CGA-5*
GLAZEBROOK, Sherman *LOA-4*
GOODWIN, Winston *RI-2*
GOODYEAR, Julian *SHC-1*
GORDON, Don *LEM-2*
GORVEATT, Mike *CGA-4*
GRADSTEIN, Felix *CGA-2*
GRANT, Al *CGA-2*
GRANT, Gary *CGA-2*
GRANT, Steve *SHC-4*
GREENBERG, David *LOA-2*
GREGORY, Don *LOA-4*
GREGORY, Doug *LOA-2*
GREIFENEDER, Bruno *LOA-4*
GUILDERSON, Joan *DG*
GUILBAULT, Jean-Pierre *CGA-3*

HAASE, Bob *SCH-1*
HACQUEBARD, Peter *CGA-2*
HALE, Ken *RI-5*
HALLIDAY, James *RI-1*
HALLIDAY, Ralph *CSCPCA*
HALVERSON, George *RI-2*
HAMILTON, Jim *LOA-3*
HAMILTON, Phyllis *SHC-6*
HANTZIS, Alex *SHC-2*

HARDING, Gareth *LEM-2*
HARDY, Iris *CGA-5*
HARGRAVE, Barry *LEM-2*
HANKINSON, Doug *Baffin*
HARMES, Bob *CGA-3*
HARRIS, Cynthia *DPM*
HARRIS, Jerry *Dawson*
HARRIS, Leslie *LEM-1*
HARRISON, Glen *LEM-1*
HARRISON, Liz *CGA-1*
HARTLING, Bert *LOA-2*
HARVEY, David *LOA-3*
HAWORTH, Richard *CGA-5*
HAYDEN, Helen *LOA-2*
HAYES, Terry *CGA-1*
HEAD, Erica *LEM-1*
HEFFLER, Dave *CGA-4*
HEMPHILL, Milt *SHC-1*
HENDERSON, Gary *SHC-1*
HENDERSON, Terry *CGA-1*
HENDRY, Ross *LOA-4*
HENDSBEE, Dave *LOA-4*
HENNEBERRY, Andy *LEM-2*
HEPWORTH, Deborah *SHC-2*
HERMAN, Alex *LOA-3*
HILL, Phil *CGA-3*
HILLIER, Blair *CGA-4*
HILTZ, Ray *LOA-1*
HILTZ, Sharon *SG*
HINDS, Jim *Hudson*
HODGSON, Mark *LEM-1*
HOFFER, Darrell *CGA-5*
HOGANSON, Joan *SG*
HOLLAND, Len *Dawson*
HOLMES, Wayne *RI-2*
HORNE, Ed *LEM-1*
HORNE, Jack *RI-2*
HOUSSER, Debbie *CGA-5*
HOWIE, Bob *CGA-2*
HOYT, Susan *RI-4*
HUBLEY, Susan *CGA-4*
HUGHES, David *SHC-1*
HUGHES, Mike *CGA-4*
HUNTER, Leamond *SHC-2*
HURLEY, Peter *DPM*

ILES, Derrick *DPM*
IRWIN, Brian *LEM-1*

JACKSON, Art *CGA-2*
JACKSON, Ruth *CGA-5*
JAMIESON, Steve *P*
JANSA, Lubomir *CGA-2*
JARVIS, Lawrence *Hudson*
JAY, Malcolm *SHC-2*
JENNEX, Rita *SG*
JODREY, Fred *CGA-4*
JOHN, Paulette *SG*
JOHNSON, Sue *UROM*
JOHNSTON, Larry *CGA-4*
JOLLIMORE, Roy *SG*
JOLLIMORE, Shirley *RI-4*
JONES, Peter *LOA-1*
JONES, Roger *SHC-2*
JORDAN, Francis *LOA-2*
JOSENHANS, Heiner *CGA-5*
JULIEN, Diane *SG*

KARG, Marlene *RI-3*
KAVANAUGH, Anita *RI-4*
KAY, William *CGA-5*
KEARNEY, Carl *Dawson*
KEDDY, Lil *SG*
KEEN, Charlotte *CGA-5*
KEEN, Mike *CGA*
KEENAN, Pat *LOA-2*
KEIZER, Paul *LEM-2*
KELLY, Bruce *RI-2*
KENCHINGTON, Trevor *DPM*
KEPKAY, Paul *LEM-2*
KERR, Adam *SHC*
KERR, Steve *LEM-3*
KIERSTEAD, Linda *UROM*
KING, Donna *DPM*
KING, Graeme *SHC-5*
KING, Rollie *RI-1*
KINGSTON, Peter *LOA-3*
KNOX, Don *LOA-3*
KRANCK, Kate *LOA-2*

LAKE, Diana *SG*
LAKE, Paul *CGA-2*
LAMBERT, Tim *LEM-3*
LAMPLUGH, Mike *SHC-1*
LANDRY, Marilyn *LEM-1*
LANGILLE, Neil *Navicula*
LAPIERRE, Mike *RI-2*
LAPIERRE, Richard *RI-1*

Roger Bélanger

Ken Drinkwater

LAROSE, Jim *SHC-2*
LARSEN, Einer *LEM-1*
LATREMOUILLE, Michael *RI-5*
LAWRENCE, Don *LOA-2*
LAZIER, John *LOA-4*
LeBLANC, Bill *CGA-3*
LeBLANC, Cliff *Maxwell*
LeBLANC, Neil *SG*
LeBLANC, Paul *RI-2*
LEJEUNE, Hans *SG*
LEONARD, Jim *LOA-1*
LEVERMAN, Brian *DPM*
LEVY, Eric *LOA-1*
LEWIS, Mary *LEM-1*
LEWIS, Mike *CGA-3*
LEWIS, Reg *SHC-5*
LI, Bill *LEM-1*
LINDLEY, Pat *LEM-1*
LISCHENSKI, Ed *SHC-2*
LITTLE, Betty *P*
LIVELY, Bob *LOA-2*
LOCK, Stan *Baffin*
LOCK, Tony *UROM*
LOCKE, Don *CGA-4*
LOCKYER, Roy *Hudson*
LODER, John *LOA-4*
LONCAREVIC, Bosko *CGA-5*
LONGHURST, Alan *DG*
LORD, Gabriel *LOA-1*
LORING, Douglas *LOA-1*
LUTLEY, Judy *SG*
LUTWICK, Graham *SHC-6*

MacDONALD, Al *LEM-1*
MacDONALD, Barry *SG*
MacDONALD, Gerry *RI-2*
MacDONALD, Kirk *SHC-5*
MacDONALD, Rose *SHC-2*
MacGOWAN, Bruce *SHC-1*
MacHATTIE, George *RI-2*
MacHATTIE, Sheila *P*
MacISAAC, Mary *DPM*
MacKAY, Bob *Hudson*
MacLAREN, Florence *P*
MacLAREN, Oswald *LOA-3*
MacLAUGHLIN, John *RI-2*
MacLEAN, Brian *CGA-5*
MacLEAN, Carleton *Baffin*
MacLEOD, Grant *SHC-2*
MacMILLAN, Bill *CGA-2*
MACNAB, Ron *CGA-5*
MAHON, Robin *DPM*
MALONE, Kent *SHC-1*

Roger Bélanger

Graham Williams

MANCHESTER, Keith *CGA-4*
MANN, Ken *LEM*
MARTELL, Jim *SG*
MARTIN, Bud *SG*
MARTIN, Harold *Dawson*
MASON, Clive *LOA-2*
MASON, Ralph *SG*
MATTHEWS, Benny *Dawson*
MATTHEWS, Gordon *Hudson*
MAUGER, Fred *Hudson*
MAZERALL, Anne *RI-4*
McCARTHY, Cathy *CGA-2*
McCARTHY, Paul *SHC-1*
McCORRISTON, Bert *SHC-2*
McGINN, Pete *SHC-6*
McGLADE, Jackie *DPM*
McKEOWN, Dave *LOA-3*
McMILLAN, Jim *DPM*
McNEIL, Beverley *SHC*
McRUER, Jeff *LEM-3*
MEHLMAN, Rick *SHC-1*
MEIN, John *Baffin*
MEISNER, Patsy *SHC-2*
MELBOURNE, Ron *SHC-2*
MIDDLETON, Cecilia *CGA-3*
MILLER, Bob *CGA-5*
MILLER, Frank *SHC-2*
MILLETT, David *Baffin*
MILLIGAN, Tim *LOA-2*
MILNE, Mary *CGA-2*
MITCHELL, Carol *CGA-2*
MITCHELL, Michel *LOA-3*
MOFFATT, John *LOA-1*
MOORE, Bill *RI-1*
MORAN, Kate *CGA-3*
MUDIE, Peta *CGA-3*
MUISE, Fred *RI-2*
MUISE, Laura *SG*
MURPHY, Bob *CGA-4*
MURRAY, Ed *DIO*
MYRA, Valerie *DPM*
MYERS, Steven *RI-1*

NEEDLER, George *LOA*
NELSON, Rick *LOA-1*
NETTLESHIP, David *UROM*
NEU, Hans *LOA-2*
NICHOLLS, Brian *DIO*
NICHOLS, Brian *CGA-5*
NICKERSON, Bruce *LOA-3*
NICKERSON, Carol *SG*
NICOLL, Michael *RI-1*
NIELSEN, Jes *CGA-4*
NORTON, Neil *Baffin*

OAKEY, Neil *LOA-4*
O'BOYLE, Bob *DPM*
O'REILLY, Charles *SHC-6*
O'ROURKE, Mike *RI-2*
ORR, Ann *LEM-3*

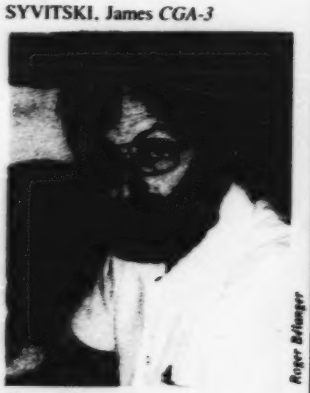
PALMER, Nick *SHC-2*
PALMER, Richard *SHC-1*
PARANJAPE, Madhu *LEM-1*
PARSONS, Art *RI-2*
PARSONS, Dave *LOA-3*
PATON, Jim *SG*
PEER, Don *LEM-2*
PELLERINE, Danny *RI-1*
PENNELL, Charles *Hudson*
PERROTTE, Roland *SHC*
PETRIE, Brian *LOA-2*
PETRIE, Liam *LEM-3*
PHILLIPS, Georgina *LEM-2*
PHILLIPS, Ted *LOA-3*
PIETRZAK, Robert *SHC-5*
PIPER, David *CGA-3*
PLATT, Trevor *LEM-1*
POCKLINGTON, Roger *LOA-1*
POLSON, Carl *RI-2*
PORTEOUS, Dave *RI-3*
PORTER, Cathy *LOA-4*
POTTIE, Dennis *LOA-1*
POTTIE, Ed *SG*
POWROZ, William *Dawson*
POZDNEKOFF, Peter *LOA-4*
PRIME, Wayne *CGA-4*
PRITCHARD, John *LOA-2*
PROCTOR, Wally *LOA-3*
PROUSE, Nick *LEM-2*
PURDY, Phil *SG*

QUINLAN, Garry *CGA-5*
QUON, Charlie *LOA-4*

RACINE, Carol *CGA-1*
RAFUSE, Phil *Baffin*

RAIT, Sue *SG*
RANTALA, Reydo *LOA-1*
RASHID, Mohammed *CGA-3*
REED, Barry *Dawson*
REID, Ian *CGA-5*
REID, Jim *DPM*
REIMER, Dwight *LEM-3*
REINHARD, Harry *SG*
REINIGER, Bob *LOA-4*
REYNOLDS, Bill *Hudson*
RICHARD, Wayne *RI-3*
RIPPEY, Jim *Hudson*
RITCEY, Jack *Baffin*
RITCEY, Michael *LOA-4*
ROBERTSON, Kevin *CGA-3*
ROCKWELL, Gary *SHC-1*
RODGER, Glen *SHC-1*
ROOP, David *SHC-1*
ROSE, Charlie *RI-2*
ROSS, Charles *LOA-4*
ROSS, Jim *SHC-2*
ROSSE, Ray *SG*
ROZON, Chris *SHC-1*
RUDDERHAM, Dave *LEM-1*
RUMLEY, Betty *LOA-2*
RUSHTON, Laurie *LEM-1*
RUSHTON, Terry *LEM*
RUXTON, Michael *SHC-1*

SABOWITZ, Norman *RI-4*
SADI, Jorge *Baffin*
SAMEOTO, Doug *LEM-1*
SANDSTROM, Hal *LOA-4*
SAUNDERS, Jo-Anne *RI-4*
SAVOY, Rachell *P*
SCHAFER, Charles *CGA-3*
SCHIPILOW, Catherine *SHC-2*
SCHUTZENMEIER, Marion *LOA-2*
SCHWARTZ, Bernie *RI-2*
SCHWINGHAMER, Peter *LEM-2*
SCOTNEY, Murray *LOA-2*
SEIBERT, Gerald *DIO*
SHATFORD, Lester *LOA-3*
SHAY, Juanita *RI-2*
SHELDON, Ray *LEM-3*
SHERIN, Andy *CGA-4*
SHIH, Keh-Gong *CGA-5*
SHOTTON, Ross *LEM-3*
SILVERT, Bill *LEM-3*
SIMMONS, Carol *LEM-2*
SIMMS, Judy *LOA-1*
SIMON, Jim *DPM*
SIMPSON, Pat *DPM*
SINCLAIR, Allan *DPM*
SISK, Perry *DPM*
SLADE, Harvey *RI-5*
SMITH, Alan *SHC-2*
SMITH, Burt *SHC-1*
SMITH, Bill *DPM*
SMITH, Bob *DIO*
SMITH, Fred *RI-1*
SMITH, John *LOA-1*
SMITH, John *LEM-1*
SMITH, Peter *LOA-2*
SMITH, Steve *DPM*
SMITH, Stu *LOA-4*
SMITH, Sylvia *LEM*
SMITH, Ted *RI-1*
SPARKES, Roy *CGA-4*
SPENCER, Florence *CGA-1*
SPENCER, Sid *RI-2*
SPRINGETT, Joan *SG*
SPRY, Jeff *LEM-1*
SRIVASTAVA, Shiri *CGA-5*
STEAD, Gordon *SHC-2*
STEELE, Trudi *LOA-4*
STEEVES, George *RI-2*
STEPANCZAK, Mike *LOA-3*
STEWART, Pat *CGA-1*
STILO, Carlos *Baffin*
STIRLING, Charles *SHC-1*
STOBO, Wayne *DPM*
STODDART, Stan *Hudson*
STOFFYN, Mark *CGA-3*
STOFFYN, Patricia *CGA-3*
STOLL, Hartmut *RI-2*
STRAIN, Peter *LOA-1*
STRUM, Loran *Hudson*
STUART, Al *RI-2*
STUIFBERGEN, Nick *SHC-4*
SUTHERLAND, Betty *RI-4*
SWIM, Minard *SHC-1*
SWYERS, Bert *LOA-2*
SYMES, Jane *P*
SYVITSKI, James *CGA-3*



Roger Belanger

Ron Macnab

TAN, Francis *LOA-1*
TANG, Charles *LOA-2*
TAYLOR, Bill *RI-3*
TAYLOR, Bob *CGA-3*
TAYLOR, George *LEM-3*
TEE, Kim-Tai *LOA-4*
THOMAS, Frank *CGA-2*
TILLMAN, Betty *P*
TOLLIVER, Deloros *CGA-1*
TOPLISS, Brenda *LOA-2*
TOTTEN, Gary *RI-1*
TOWNSEND, Joanne *RI*
TRITES, Ron *LEM-3*

UNDERWOOD, Bob *RI-2*

VANDAL, Bob *RI-2*
VANDERMEULEN, John *LEM-2*
VARBEFF, Boris *RI-2*
VARMA, Herman *SHC-1*
VASS, Peter *LEM-2*
VAUGHAN, Betty *RI-2*
VERGE, Ed *LOA-2*
VETESE, Barb *CGA-1*
VEZINA, Guy *RI-2*
VILKS, Gus *CGA-3*
VINE, Dick *RI-2*

WADE, John *CGA-2*
WAGNER, Frances *CGA-3*
WALDRON, Don *DPM*
WALKER, Bob *LOA-2*
WARD, Brian *RI-2*
WARDROPE, Dick *RI-2*
WARNELL, Margaret *RI-3*
WEBBER, Shirley *SG*
WENTZELL, Cathy *P*
WESTHAVER, Don *RI-2*
WESTON, Sandra *SHC-2*
WHITE, George *DPM*
WHITE, Joe *SG*
WHITE, Keith *SHC-3*
WHITEWAY, Bill *LOA-3*
WHITMAN, John *LOA-3*
WIECHULA, Marek *RI-3*
WIELE, Heinz *RI-5*
WILLIAMS, Doug *SG*
WILLIAMS, Graham *CGA-2*
WILLIAMS, Pat *LOA*
WILLIS, Doug *LEM-2*
WILSON, George *RI-1*
WILSON, Jim *RI-2*
WINTER, Danny *RI-2*
WINTERS, Gary *CGA-3*
WOOD, Bryan *DPM*
WOODHAMS, Lofty *RI-2*
WOODSIDE, John *CGA-5*
WRIGHT, Dan *LOA-4*
WRIGHT, Morley *RI-2*
WTTEWAAL, Joan *RI-3*

YEATS, Phil *LOA-1*
YOULE, Gordon *LOA-3*
YOUNG, Gerry *DPM*
YOUNG, Scott *LOA-3*

ZEMLYAK, Frank *LOA-1*
ZEVENHUIZEN, John *CGA-5*
ZINCK, Maurice *LEM-2*
ZWANENBURG, Kees *DPM*

Heinz Wiele

Claudia Blakeney après une dure journée de travail à bord du nsc *Hudson*.

Heinz Wiele

Décidant du déploiement des appareils sur le pont de gaillard du nsc *Hudson* : g. à d. — l'officier principal Loran Strum et les scientifiques Mike Lewis, Tim Foulkes et Steve d'Appolonia.

CHAPITRE 8

Liste des Travaux de Recherche

Voici la liste des grands domaines de recherche (A, B, C, etc.) et des sujets d'études (1,2,3, etc.) entreprises par les membres des quatre principales composantes de l'Institut océanographique de Bedford : le Laboratoire océanographique de l'Atlantique, le Laboratoire d'écologie marine, le Centre géoscientifique de l'Atlantique et le Service hydrographique du Canada (Région de l'Atlantique). Cette liste était à jour fin décembre 1982. Pour tout renseignement supplémentaire sur ces travaux et sur ceux des autres laboratoires de l'Institut, on est prié d'écrire aux Services de publication, Institut océanographique de Bedford, C.P. 1006, Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2.

LABORATOIRE OCÉANOGRAPHIQUE DE L'ATLANTIQUE

A. OCÉANOGRAPHIE DE LA COUCHE SUPERFICIELLE ET DE LA COUCHE MIXTE

1. Pression du vent, flux thermique et évaporation à la surface de la mer *(S.D. Smith, R.J. Anderson, F.W. Dobson)*
2. Expérience de la polynie arctique *(S.D. Smith, R.J. Anderson)*
3. Échange de CO_2 à l'interface air/mer *(E.P. Jones, S.D. Smith)*
4. Flux thermique superficiel à la station Bravo *(S.D. Smith, F.W. Dobson, J.R.N. Lazier)*
5. Étude sur le développement des vagues *(F.W. Dobson)*
6. Études sur le climat des vagues *(H.J.A. Neu)*
7. Analyse du cheminement du pétrole *(D.J. Lawrence, J.A. Elliott)*
8. Bouées dérivantes de surface *(D. Gregory)*
9. Modélisation de la trajectoire de la dérive des icebergs *(S.D. Smith)*
10. Microstructure dans les couches superficielles *(N.S. Oakey, J.A. Elliott)*
11. Mesures de la vélocité près de la surface *(N.S. Oakey)*
12. Comparaison des flux air/mer sur une longue période à partir de données historiques *(F.W. Dobson, S.D. Smith)*
13. Études du rebord de la glace du Labrador *(G. Symonds)*
14. Études sur la glace du golfe du Saint-Laurent *(G. Symonds, G.L. Budgen)*
15. EZGM – Expérience de la zone de glace marginale *(R.J. Anderson, S.D. Smith)*
16. Estimations de la pression moyenne du vent à partir de formules aérodynamiques en masse *(D. Wright, K. Thompson, R.F. Marsden)*
17. Fronts au rebord d'anneaux du Gulf Stream *(A.S. Bennett, D.J. Lawrence, C.L. Tang)*

B. OCÉANOGRAPHIE À GRANDE ÉCHELLE EN EAU PROFONDE

1. Formation de l'eau de la mer du Labrador *(R.A. Clarke, N.S. Oakey, G.C. Gascard)*
2. Dynamique de la mer du Labrador *(C. Quon, R.A. Clarke)*
3. Variabilité du courant du Labrador *(A. Allen, R.A. Clarke)*
4. Détermination de l'âge dans l'eau de fond de la baie Baffin *(E.P. Jones, J.N. Smith, K. Ellis)*
5. La queue des Grands bancs *(R.A. Clarke, R.F. Reiniger)*
6. Structure localisée du Gulf Stream *(R.M. Hendry, R.F. Reiniger)*
7. Études sur les ramifications du Gulf Stream *(R.M. Hendry, R.F. Reiniger)*
8. Expérience du bassin de Terre-Neuve *(R.A. Clarke, R.M. Hendry, A.R. Coote)*
9. Dynamique non linéaire des ondes longues de l'océan *(H. Sandstrom)*
10. Problèmes de stabilité dans les écoulements DGF *(C. Quon)*
11. Atlas de l'Atlantique nord-ouest *(R.F. Reiniger, R.A. Clarke, R.M. Hendry)*
12. Expérience de la mer de Norvège et du Groenland *(R.A. Clarke et coll.)*
13. Hydrographie de base et flux thermique océanique *(R.M. Hendry)*
14. Front polaire ou courant de l'Atlantique nord *(J.R.N. Lazier)*
15. Écoulement d'eau par le détroit du Danemark *(C.K. Ross)*
16. Études géochimiques à l'aide de traceurs *(G.T. Needler, D. Wright)*

C. DYNAMIQUE DU PLATEAU CONTINENTAL ET DES CHENAUX

1. Expérience du cap de Sable *(P.C. Smith, D. LeFaivre, K.-T. Tee, R.W. Trites)*
2. Expérience du rebord du plateau *(P.C. Smith, B.D. Petrie, J.P. Louis)*
3. Détroit de Belle-Isle *(B.D. Petrie, C. Garnett, B. Toulany, D.A. Greenberg)*
4. Dynamique du plateau – Expérience du chenal Avalon *(B.D. Petrie, C. Anderson)*
5. Brassage dû aux marées *(J.A. Elliott, H. Sandstrom)*
6. Batfish – Ondes internes *(A.S. Bennett)*
7. Dynamique de la rectification par les marées sur la topographie sous-marine *(D. Wright, J. Loder)*
8. Dynamique de la circulation résiduelle dans le golfe du Maine *(D.A. Greenberg, J. Loder, P.C. Smith, D. Wright)*
9. Mélange et circulation sur le banc Georges *(J. Loder, D. Wright)*

D. PLATEAU CONTINENTAL ET CHENAUX – ÉTUDE DES MASSES D'EAU ET DU TRANSPORT

1. Études du plateau et du talus du Labrador *(J.R.N. Lazier)*
2. Expérience du Bonnet Flammand *(C.K. Ross)*
3. Effet de l'eau douce sur les masses d'eau des régions côtières de l'Atlantique canadien *(H.J.A. Neu)*
4. Surveillance à long terme du courant du Labrador sur le banc Hamilton *(J.R.N. Lazier)*
5. Classement des données dans les archives *(D. Gregory)*
6. Mise au point d'installations de télédétection au Laboratoire océanographique de l'Atlantique *(C.S. Mason, A.S. Bennett, B. Topliss)*
7. Propriétés optiques des eaux canadiennes *(B.J. Topliss)*
8. Estimations de la productivité primaire par satellite *(B.J. Topliss, T.C. Platt)*
9. Océanographie du plateau continental de Terre-Neuve *(B.D. Petrie)*

E. OCÉANOGRAPHIE DES ESTUAIRES ET DES BAIES

1. Étude du fjord du Saguenay *(G.H. Seibert)*
2. Océanographie du nord-ouest du golfe du Saint-Laurent *(C.L. Tang, A.S. Bennett)*
3. Études du courant de Gaspé *(C.L. Tang)*
4. Études du front du golfe du Saint-Laurent *(C.L. Tang, A.S. Bennett)*
5. Variabilité saisonnière et annuelle dans le golfe du Saint-Laurent *(G.L. Bugden)*
6. Mesures du courant dans le chenal Laurentien *(G.L. Bugden)*
7. Le golfe du Saint-Laurent – Études de modélisation numérique *(K.-T. Tee)*
8. Courants de marée et courants résiduels – Études de modélisation en trois dimensions *(K.-T. Tee)*
9. Usine marémotrice de la baie de Fundy – études d'océanographie physique *(D.A. Greenberg)*
10. Écoulements forcés dans le détroit de Canso *(D.J. Lawrence, D.A. Greenberg)*
11. Comportement physique des particules et des sédiments dans le milieu naturel *(K. Kranck)*
12. Études en laboratoire des matériaux particulaires *(K. Kranck)*

13. Les matériaux particulaires dans la baie de Fundy et le port de Saint-Jean (N.-B.) *(K. Kranck)*
14. Dériveurs de fond *(D. Gregory)*
15. Circulation résiduelle barotropique dans le baie de Fundy et le golfe du Maine *(D.A. Greenberg)*
16. Modélisation des sédiments en suspension *(D.A. Greenberg, C.L. Amos)*
17. Processus hivernaux dans le golfe du Saint-Laurent *(G.L. Bugden)*
18. Modélisation des marées historiques *(D.A. Greenberg, D. Scott, D. Grant)*
19. Onde de tempête *(D.A. Greenberg, T.S. Murty)*

F. MISE AU POINT DES DÉTECTEURS

1. Anémomètres pour bouées dérivantes *(J.-G. Dessureault)*
2. Profileurs CTP et détecteurs connexes *(A.S. Bennett)*
3. Chaînes de thermistors sur les bouées dérivantes *(G.A. Fowler, J.A. Elliott, A.J. Hartling)*
4. Détecteurs biologiques tués *(G.A. Fowler, J.A. Elliott, A.J. Hartling)*
5. Dynamique de la production primaire et secondaire sur le plateau Scotian *(A.W. Herman, D.D. Sameoto, T.C. Platt)*
6. Détecteurs biologiques à profilage vertical *(A.W. Herman, M. Mitchell, S. Young, E. Phillips)*
7. Broutage par le zooplancton et dynamique de la production phytoplanctonique *(A.W. Herman, A.R. Longhurst, D.D. Sameoto, T.C. Platt, W.G. Harrison)*
8. Mesure de la variabilité du zooplancton *(A.W. Herman, D.D. Sameoto)*
9. Acquisition de données en temps réel *(A.S. Bennett)*
10. Instruments optiques pour les mesures de solides en suspension *(A.S. Bennett)*
11. Mesures des constantes temporelles d'une sonde CTP *(A.S. Bennett)*
12. Détecteurs biologiques amarrés *(A. Herman, M. Mitchell, S. Young, E. Phillips)*

G. MISE AU POINT DES SYSTÈMES DE LEVÉ ET DE POSITIONNEMENT

1. Profileur acoustique du courant *(D.L. McKeown, R.M. Hendry)*
2. Systèmes de repérage acoustique par rapport au fond *(D.L. McKeown)*
3. Systèmes de repérage acoustique par rapport au navire *(D.L. McKeown)*
4. Balayage acoustique multifréquence de la colonne d'eau *(N.A. Cochrane)*
5. Échosondage numérique *(N.A. Cochrane)*
6. Profileur de courant Doppler *(N.A. Cochrane)*

H. MISE EN PLACE DES INSTRUMENTS OCÉANOGRAPHIQUES

1. Études techniques de la plate-forme fixe *(S.D. Smith, R.J. Anderson, R.G. Mills)*
2. Mise au point des systèmes d'amarrage *(G.A. Fowler, R.F. Reiniger, A.J. Hartling)*
3. Manutention et utilisation des dispositifs instruments-câbles *(J.-G. Dessureault, R.F. Reiniger)*
4. Amélioration du matériel de forage *(G.A. Fowler, P.F. Kingston, P.J.C. Ryall)*
5. Échantillonnage sur place des particules en suspension *(P.F. Kingston)*
6. Mesure des propriétés géotechniques *(G.A. Fowler)*

I. GÉOCHIMIE DES ZONES PRÉCÔTIÈRES ET ESTUARIENNES

1. Distribution des substances nutritives sur les Grands bancs et leur renouvellement *(A.R. Coote, E.P. Jones)*
2. Géochimie des métaux à l'état de traces dans les zones estuariennes et côtières *(P.A. Yeats, J.M. Bewers)*
3. Apports de l'atmosphère à l'océan *(P.A. Yeats, J. Dalziel)*
4. Géochronologie et géochimie des sédiments dans le fjord du Saguenay *(J.N. Smith, K. Ellis)*
5. Études sur le transport et la perturbation des sédiments dans la baie de Fundy *(K. Ellis, J.N. Smith, D. Wildish)*
6. Composition de la matière dans les mers marginales *(R. Pocklington, C. Osterroht)*
7. Composition organique du fleuve Saint-Laurent *(R. Pocklington, F.C. Tan, D. Cossa, E. Degens)*
8. Étude sur les isotopes du carbone dans les écosystèmes du plateau continental Scotian *(F.C. Tan, E. Mills)*
9. Métaux à l'état de traces dans les particules en suspension dans la baie de Fundy *(D.H. Loring)*
10. Facteurs physico-chimiques agissant sur les métaux lourds particulaires dans un estuaire à marée à forte turbidité *(D.H. Loring, A. Morris)*
11. Puits de CO_2 dans les sédiments du plateau et du talus continental *(R. Pocklington, E. Premuzic)*
12. Fjords de l'Arctique et de la côte ouest *(J.N. Smith, K. Ellis, C.T. Schafer, J.P.M. Syvitski)*
13. Voies chimiques de la dégradation environnementale du pétrole *(E.M. Levy)*
14. Variabilité du climat dans les fjords *(J.N. Smith, K. Ellis, C.T. Schafer)*
15. Études sur la dégradation des plantes et des réseaux trophiques côtiers par méthodes d'isotopes stables *(R. Stephenson, F.C. Tan, K.H. Mann)*

J. GÉOCHIMIE DES EAUX PROFONDES

1. Processus de régénération des substances nutritives dans la baie Baffin *(E.P. Jones, A.R. Coote)*
2. Carbonates et substances nutritives dans les régions arctiques *(E.P. Jones, A.R. Coote)*
3. Distribution de l'eau de fonte de la glace de mer dans l'Arctique *(F.C. Tan, P.M. Strain)*
4. Géochimie des métaux à l'état de traces dans l'Atlantique nord *(P.A. Yeats, J.M. Bewers)*
5. Études sur le transport, le dépôt et la perturbation des sédiments sur le talus de Terre-Neuve *(J.N. Smith, K. Ellis, C.T. Schafer)*
6. Les remontées d'eau et les ressources biologiques *(R. Pocklington)*
7. Les constituants naturels de la matière organique marine *(R. Pocklington, J. Pempkowiak, J.D. Leonard)*
8. Matière organique particulaire dans l'Atlantique nord *(F.C. Tan, P.M. Strain)*
9. Études paléoclimatiques *(F.C. Tan, C.T. Schafer, D. Williams)*
10. Comparaison de la distribution verticale des métaux à l'état de traces dans l'Atlantique nord et le Pacifique nord *(P.A. Yeats)*
11. Bilans chimiques et traceurs dans l'océan Arctique *(E.P. Jones, A.R. Coote)*
12. Matière organique particulaire dans l'Atlantique nord et dans l'ouest du Pacifique nord *(R. Pocklington, N. Crewe)*
13. Études de fractionnement des isotopes du carbone dans le phytoplancton marin *(F.C. Tan, P. Wangersky)*
14. Extraction, identification et analyse de la matière organique dissoute *(R. Pocklington, F.C. Tan, T. Fu)*
15. Mesures des nuclides radioactifs dans l'Arctique *(J.N. Smith, K. Ellis, E.P. Jones)*
16. Chimie de la glace de mer *(E.P. Jones)*

K. CHIMIE DE LA POLLUTION MARINE

1. Hydrocarbures dissous à faible poids moléculaire dans la baie Baffin *(E.M. Levy)*
2. Composantes des hydrocarbures du pétrole *(E.M. Levy, P.M. Strain)*
3. Les résidus de pétrole dans l'Arctique canadien oriental *(E.M. Levy)*
4. Pollution par le pétrole généralisée dans les océans *(E.M. Levy)*
5. Programme de surveillance de l'environnement à Pointe Lepreau *(J.N. Smith, K. Ellis, P.A. Yeats, G.L. Bugden, J.M. Bewers)*
6. Programme concernant les normes analytiques canadiennes des sciences de la mer *(P.A. Yeats, J.M. Bewers, D.H. Loring)*
7. Activités internationales *(J.M. Bewers, E.M. Levy, D.H. Loring)*
8. Expériences menées en collaboration par le Canada et la République fédérale d'Allemagne sur les échanges de métaux entre les phases aqueuse et sédimentaire à l'aide de caissons *(D.H. Loring, R. Rantala)*
9. Situations d'urgence en mer *(E.M. Levy)*
10. Contamination par métaux lourds dans un fjord du Groenland *(D.H. Loring)*
11. Concentrations ambiantes de résidus de pétrole et d'hydrocarbures de faible poids moléculaire dans les régions du plateau du Labrador et du détroit d'Hudson *(E.M. Levy)*

L. ÉCHANGE DE CONNAISSANCES TECHNIQUES

1. Mosaïques du fond de la mer *(J.-G. Dessureault)*
2. Traitement de l'information océanique *(J.A. Elliott)*
3. Papa *(J.A. Elliott)*

Heinz Wiebe

Un moment de tension dans la chambre de l'ordinateur du nsc Hudson – Dale Buckley, Mark Stoffyn, Ray Cranston.

LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE MARINE

Heinz Wiele prépare la caméra de profondeur pour être larguée du nsc *Hudson*.

A. PROCESSUS DE LA PRODUCTION PRIMAIRE

1. Présentation mathématique et mise en paramètres de la réaction photosynthétique au changement de l'éclairement *(T.C. Platt, W.G. Harrison)*
2. Dépendance des paramètres photosynthèse-lumière par rapport à l'état du milieu *(T.C. Platt et coll.)*
3. Signification et nature du regroupement et de la dispersion au cours des processus de production du phytoplancton *(T.C. Platt)*
4. Enzymes carboxylantes et enzymes du système de transport d'électrons respiratoire dans les communautés phytoplanctoniques *(J.C. Smith, T.C. Platt)*
5. Fractionnement par taille du phytoplancton dans des expériences photosynthèse-lumière *(D.V. Subba Rao)*
6. Taux de production primaire d'espèces phytoplanctoniques individuelles *(T.C. Platt)*
7. Taux de croissance et synthèse des protéines par le phytoplancton par rapport à l'intensité lumineuse *(T.C. Platt et coll.)*
8. Respiration, absorption des substances nutritives et régénération dans les populations phytoplanctoniques naturelles *(W.G. Harrison, T.C. Platt)*
9. Océanographie physique et caractéristiques choisies en rapport avec études écologiques *(E.R.W. Horne)*
10. Physiologie des bactéries marines *(W.K.W. Li)*
11. Modalités de la photosynthèse phytoplanctonique telles que déterminées par la distribution du carbone radioactif parmi les polymères et métabolites cellulaires *(W.K.W. Li, T.C. Platt)*
12. Rôle du picoplancton dans l'écosystème marin *(T.C. Platt, et coll.)*

B. PROCESSUS DE LA PRODUCTION SECONDAIRE

1. Utilisation du carbone [illegible]zote et facteurs agissant sur la produc[illegible]ondaire du zooplancton *(R.J. Conover)*
2. Écologie du microzooplancton dans le bassin de Bedford *(M.A. Paranjape)*
3. Mise au point d'instruments profileurs pour le plancton et le micronecton *(D.D. Sameoto)*
4. Utilisation de méthodes acoustiques pour mesurer la distribution du plancton et de l'ichtyoplancton *(D.D. Sameoto)*
5. Analyse de la microdistribution de l'ichtyoplancton et du zooplancton dans les écosystèmes de remontée des eaux *(D.D. Sameoto)*
6. Nature et signification de la variabilité verticale de profils de zooplancton *(A.R. Longhurst)*
7. Étude de la composition biochimique des particules organiques en rapport avec la digestion chez le zooplancton *(E. Head)*
8. Enzymes digestives du zooplancton *(E. Head)*
9. Programme BIOSTAT : zooplancton et ichtyoplancton *(D.D. Sameoto)*
10. Études sur l'alimentation du zooplancton élevé dans un système de chémostat contenant des algues *(E. Head, R.J. Conover)*

C. ÉCOLOGIE DU PLATEAU CONTINENTAL DE L'ATLANTIQUE

1. Le programme d'étude de l'ichtyoplancton du plateau Scotian – SSIP *(R.J. Conover et coll.)*
2. Cycles saisonniers de distribution et d'abondance du microzooplancton sur le plateau Scotian *(M.A. Paranjape)*
3. Comparaison des méthodes de calcul des estimations de la production secondaire à partir des données sur les populations de zooplancton *(R.J. Conover)*
4. Signification de la production planctonique de la remontée des eaux de Yarmouth par rapport à la productivité générale des stocks de poissons du plateau Scotian *(D.D. Sameoto)*
5. Flux vertical des particules vivantes et non vivantes dans la colonne d'eau *(B.T. Hargrave, G.C.H. Harding)*
6. Études comparatives de la structure fonctionnelle des écosystèmes pélagiques *(A.R. Longhurst)*

D. ÉTUDES ÉCOLOGIQUES DANS L'ARCTIQUE ORIENTAL

1. Physiologie, production et distribution du phytoplancton marin *(T.C. Platt et coll.)*
2. Distribution, croissance et production, et rôle de la diapause dans les communautés de zooplancton de l'Arctique *(R.J. Conover et coll.)*
3. Zooplancton et micronecton de l'Arctique oriental *(D.D. Sameoto)*
4. Zooplancton des eaux superficielles de l'Arctique *(D.D. Sameoto)*
5. Microzooplancton de l'Arctique *(D.D. Sameoto)*
6. Distribution et abondance du microzooplancton dans l'Arctique oriental *(M.A. Paranjape)*
7. Aspects éco-physiologiques des processus bactériens en mer *(W.K.W. Li)*

E. ÉCOLOGIE DE LA PRODUCTION DES PÊCHES

1. Analyse acoustique des populations de poissons et mise au point des méthodes de relevés *(L.M. Dickie et coll.)*
2. Influence des facteurs génétiques et environnementaux sur les paramètres de la production *(L.M. Dickie, K.R. Freeman)*
3. Variation géographique des paramètres de la production *(L.M. Dickie, K.R. Freeman)*
4. Métabolisme et croissance des poissons *(S.R. Kerr)*
5. Analyse mathématique des systèmes de production de poissons *(W.L. Silvert)*
6. Estimation des paramètres et théorie des prédictions *(W.L. Silvert)*
7. Spectre de la structure par taille de la production de poissons *(S.R. Kerr et coll.)*
8. Taux de croissance du plancton en fonction de la taille et de la température *(R.W. Sheldon)*
9. Bioénergétique : mammifères marins *(P. Brodie)*
10. Stratégies d'alimentation et impact écologique des larves de bivalves *(C. Abou Debs)*
11. Analyse mathématique des interactions des populations de poissons *(S.R. Kerr, L.M. Dickie)*
12. Interaction des mammifères marine et des activités de pêche *(P. Brodie)*

F. EFFETS DE LA VARIABILITÉ ENVIRONNEMENTALE : INFLUENCE DU CLIMAT SUR L'ABONDANCE DES POPULATIONS DE POISSONS

1. Schémas des courants résiduels sur le plateau continental de l'Atlantique canadien révélés par les bouteilles dérivantes et les dériveurs de fond *(R.W. Trites)*
2. Analyses des types d'eau des zones de l'OPANO *(R.W. Trites, K.F. Drinkwater)*
3. Variabilité à échelle moyenne des schémas de courants dans le sud du golfe du Saint-Laurent *(R.W. Trites)*
4. Effets de l'écoulement de la baie d'Hudson sur le plateau du Labrador *(K.F. Drinkwater)*
5. Effets de l'écoulement du fleuve Saint-Laurent sur les populations de poissons et d'invertébrés du golfe du Saint-Laurent et du plateau Scotian *(W.H. Sutcliffe, K.F. Drinkwater)*
6. Études sur le transport et la diffusion des larves *(R.W. Trites, D.M. Ware)*
7. Courants et transport dans la zone banc Georges – sud-ouest de la Nouvelle-Écosse en rapport avec le problème de la pêche côtière et hauturière du homard *(R.W. Trites)*
8. Dispersion du pétrole en fonction des vents et des courants après le naufrage du *Kurdistan* *(D.J. Lawrence et coll.)*
9. Données historiques de la section de Halifax *(K.F. Drinkwater)*
10. Variabilité environnementale – corrélations et échelles de réaction *(R.W. Trites)*

11. Variabilité climatique dans les zones de l'OPANO *(R.W. Trites, K.F. Drinkwater)*

G. VARIABILITÉ DU RECRUTEMENT DANS LES PÊCHES

1. Modèle en régime stationnaire et caractéristiques temporaires de la circulation de la baie St-Georges *(K.F. Drinkwater)*
2. Mesure de la diffusion latérale dans les régions côtières *(R.W. Trites)*
3. Le déclin des stocks de homards au large de la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse *(G.C.H. Harding et coll.)*
4. Variabilité saisonnière du spectre de la taille des particules planctoniques *(G.C.H. Harding et coll.)*
5. Nutrition et croissance du micro , macro et ichtyoplancton *(R.W. Sheldon et coll.)*
6. Déplacement vertical du plancton, des matières en suspension et des substances nutritives dissoutes dans la colonne d'eau des baies côtières (G.C.H. Harding et coll.)
7. Début de la vie larvaire du maquereau *(D.M. Ware, T. Lambert)*
8. Relations spatiales entre les poissons démersaux et les paramètres sédimentaires *(R.W. Sheldon)*
9. Caractérisation des masses d'eau par les spectres des particules *(R.W. Sheldon, R.W. Trites)*
10. Circulation de Langmuir et distribution à petite échelle du plancton *(T. Lambert et coll.)*
11. Dynamique de la production primaire *(K.F. Drinkwater et coll.)*
12. Distribution verticale et comportement alimentaire des larves de maquereau bleu *(B. Côté)*
13. Couplage des systèmes de production pélagique et benthique *(P. Schwinghamer et coll.)*
14. Mise au point d'instruments pour l'étude de la distribution par taille des particules *(R.W. Sheldon, J. deMestral)*
15. Relations trophiques dans les communautés de varech des côtes *(K.H. Mann)*
16. Hydrographie du sud du golfe du Saint-Laurent *(K.F. Drinkwater)*
17. Stratégies reproductrices des poissons *(T. Lambert)*
18. Recrutement des larves de homard le long du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, de la baie et Fundy et du golfe du Maine *(G.C.H. Harding et coll.)*

H. EFFETS SUBLÉTAUX DE LA CONTAMINATION

1. Induction de OFM par les PCB et leurs substituts *(R.F. Addison)*
2. Les organochlorés chez les phoques de l'Arctique *(R.F. Addison)*
3. Devenir, métabolisme et effets des hydrocarbures de pétrole dans l'environnement marin *(J.H. Vandermeulen)*
4. Absorption et élimination des organochlorés par le zooplancton par contact direct avec l'eau de mer *(G.C.H. Harding et coll.)*
5. Transfert des métalloïdes à travers les chaines trophiques de la mer *(J.H. Vandermeulen)*
6. Évaluation des dangers de contaminants environnmentaux «nouveaux» *(R.F. Addison)*

I. ÉTUDES ÉCOLOGIQUES DE LA BAIE DE FUNDY

1. Dynamique de la glace dans le bassin supérieur de la baie de Fundy *(D.C. Gordon jr)*
2. Chimie de la colonne d'eau et production primaire dans le baie de Fundy *(D.C. Gordon jr et coll.)*
3. Concentration, distribution, variation saisonnière et flux des nutriments inorganiques et de la matière organique dans les eaux peu profondes et les sédiments intertidaux de la baie de Fundy *(D.C. Gordon jr et coll.)*
4. Production primaire et respiration dans la zone intertidale et accessibilité de la matière organique des sédiments *(B.T. Hargrave et coll.)*
5. Écologie microbienne de la baie de Fundy *(L. Cammen, P. Schwinghamer)*
6. Écologie benthique de la zone subtidale de la baie de Fundy *(D.L. Peer, P. Schwinghamer)*
7. Écologie benthique de la zone intertidale du bassin de la baie de Fundy *(D.L. Peer et coll.)*
8. Étude du zooplancton dans la baie de Fundy *(N.J. Prouse)*
9. Production et exportation des marais salés du bassin de Cumberland *(D.C. Gordon jr, P. Cranford)*
10. Étude des isotopes stables du carbone dans la chaine trophique de la vasière de l'anse Pecks *(P. Schwinghamer et coll.)*
11. Modélisation des écosystèmes de la baie de Fundy *(Tout le groupe)*

J. ÉCOLOGIE DES PROFONDEURS OCÉANIQUES

1. Études des communautés bentiques des profondeurs *(B.T. Hargrave et coll.)*
2. Cinétique des métaux dans les sédiments étudiés à l'aide d'une sonde à dialyse *(P.E. Kepkay)*
3. Activité des amphipodes nécrophages dans le transfert des matériaux dans les profondeurs océaniques *(B.T. Hargrave)*
4. Flux verticaux sous la calotte glaciaire arctique *(G.C.H. Harding et coll.)*

CENTRE GÉOSCIENTIFIQUE DE L'ATLANTIQUE

A. PROGRAMME CÔTIER

1. Conseils relatifs à la conservation et à la restoration des environnements côtiers *(R.B. Taylor)*
2. Morphologie de la zone côtière et dynamique des sédiments au sud-est et à l'est de l'Ile du Cap-Breton (N.-É.) *(R.B. Taylor)*
3. Morphologie, sédimentologie et dynamique de la côte de Terre-Neuve *(D.L. Forbes)*
4. Environnements et processus côtiers dans l'archipel Arctique canadien *(R.B. Taylor)*
5. Dynamique et processus de déposition des sédiments dans la zone côtière *(D.L. Forbes)*
6. Côte de la mer de Beaufort *(D.L. Forbes)*
7. Processus du pergélisol dans les plages de l'Arctique *(R.B. Taylor)*

B. INLETS CÔTIERS

1. Comportement physique des matières en suspension dans les milieux aqueux naturels *(J.P.M. Syvitski)*
2. Sédimentologie des seuils des fjords *(J.P.M. Syvitski)*
3. Étalonnage du système Landsat pour l'étude de la concentration des sédiments en suspension dans la milieu marin côtier *(C.L. Amos)*
4. Dynamique des sédiments – Tête de la baie de Fundy *(C.L. Amos)*
5. Transformations géochimiques et réactions des composés organiques dans les sédiments marins récents *(M.A. Rashid)*
6. Consultation et étude sur l'immersion des déchets en mer *(D.L. Forbes)*

C. PLATEAU CONTINENTAL

1. Affouillement dû aux icebergs *(C.F.M. Lewis)*
2. Stabilité et transport des sédiments sur les plateaux continentaux *(C.L. Amos)*
3. Géologie technique du plateau continental de l'Atlantique *(C.F.M. Lewis)*

D. PLATEAU CONTINENTAL

1. Le talus continental de Terre-Neuve de 49°N à 50°N – Nature et ampleur des processus géologiques contemporains *(C.T. Schafer)*
2. Processus géologiques du Quaternaire sur les talus continentaux *(D.J.W. Piper)*

E. OCÉAN PROFOND

1. Géologie environnementale de l'océan profond *(D.E. Buckley)*
2. Géologie superficielle de la crête de Lomonosov dans l'océan Arctique *(S.M. Blasco)*

F. HOLOCÈNE

1. Enregistrements des événements paléo-climatiques et paléo-écologiques récents dans les sédiments des fjords *(C.T. Schafer)*
2. Distribution régionale des mollusques marins dans l'est du Canada *(F.J.E. Wagner)*

G. PLÉISTOCÈNE

1. Sédimentation d'un bassin marin du Pléistocène-Holocène *(G. Vilks)*
2. Paléo-écologie quantitative du Quaternaire dans l'est du Canada *(P. Mudie)*

H. CARTOGRAPHIE DES SÉDIMENTS SUPERFICIELS ET DE LA COUCHE ROCHEUSE

1. Étude de la couche rocheuse et géologie superficielle des Grands bancs *(L.H. King)*
2. Programme de cartographie de la couche rocheuse et des formations superficielles du plateau oriental de l'île Baffin *(B. MacLean)*
3. Géologie superficielle, géomorphologie et glaciologie du plateau continental du Labrador *(H. Josenhans)*
4. Seabed II *(G.B. Fader)*

I. LEVÉS GÉOPHYSIQUES RÉGIONAUX

1. Levés au large de la côte est *(R.F. Macnab)*
2. Évaluation du gravimètre KSS-30 *(B.D. Loncarevic)*
3. Atlas géologique des marges continentales de l'est du Canada *(S.P. Srivastava)*

J. ÉTUDES STRUCTURALES DES PROFONDEURS

1. Étude géophysique de l'extension sous-marine de la zonation géologique de Terre-Neuve *(R.T. Haworth)*
2. Études comparatives des marges continentales de la mer du Labrador et de l'Atlantique nord *(S.P. Srivastava)*
3. Études sismiques des marges continentales et des bassins océaniques de l'Atlantique nord *(C.E. Keen)*
4. CESAR – l'Expédition canadienne pour l'étude de la crête Alpha : géologie superficielle de la région arctique de la crête Alpha *(H.R. Jackson)*
5. Géologie de la marge atlantique : Canada *(R.T. Haworth)*
6. La tectonique de l'intersection d'une crête mi-océanique et faille de transformce *(B.D. Loncarevic)*
7. Études sismiques des basses marges de l'est *(I. Reid)*

K. MODÉLISATION THÉORIQUE

1. Processus tectoniques et développement de marges continentales passives *(C.E. Keen)*

L. ANALYSE DU BASSIN ET GÉOLOGIE DU PÉTROLE

1. Géologie subsuperficielle régionale des roches mésozoïques et cénozoïques de la marge continentale atlantique *(J.A. Wade)*
2. Interprétation géologique des données géophysiques comme aide à la synthèse du bassin et à l'inventaire des hydrocarbures *(A.C. Grant)*
3. Compilation des données géoscientifiques dans les bassins du sud-est canadien *(R.D. Howie)*
4. Stratigraphie et sédimentologie des roches mésozoïques et tertiaires de la marge continentale atlantique *(L.F. Jansa)*
5. Reconnaissance sur le terrain des séries mésozoïques affleurant la péninsule ibérienne *(L.F. Jansa)*
6. Étude microscopique de la pyrite dans les principales couches du bassin houillier de Sydney (Nouvelle-Écosse) *(P.A. Hacquebard)*

M. ÉVALUATION DES RESSOURCES

1. Inventaire des hydrocarbures des bassins sédimentaires de l'est canadien *(J.A. Wade)*
2. Aide géologique au projet provincial de forage houillier en Nouvelle-Écosse *(P.A. Hacquebard)*
3. Conseils en géologie du charbon fournis à la Corporation de développement du Cap-Breton pour l'exploitation du bassin houillier de Sydney *(P.A. Hacquebard)*
4. Études de rang et études pétrographiques du charbon et de la matière organique dispersés dans les sédiments *(P.A. Hacquebard)*
5. Études de maturation *(G.L. Williams)*

N. BIOSTRATIGRAPHIE

1. Identification et interprétation biostratigraphique des fossiles soumis *(Divers membres du groupe)*
2. Zonation palynologique des roches carbonifères et permiennes des provinces de l'Atlantique *(M.S. Barss)*
3. Biostratigraphie des régions atlantiques et autres *(E.H. Davies)*
4. Taxanomie, phytogénie et écologie des palynomorphes *(E.H. Davies)*
5. Foraminifères du puits DSDP *(G.L. Williams)*
6. Zonation biostratigraphique (Foraminifera, Ostracoda) des roches mésozoïques et cénozoïques du plateau continental atlantique *(P. Ascoli)*
7. Histoire biostratigraphique des sédiments mésozoïques-cénozoïques des Grands bancs et des plateaux du nord-est de Terre-Neuve et du Labrador à partir des Foraminifera et Ostracoda *(F.M. Gradstein)*
8. Taxonomie, biostratigraphie, paléo-écologie et paléo-biogéographie des foraminifères agglutinés du Mésozoïque-Cénozoïque *(F.M. Gradstein)*

O. BASE DE DONNÉES

1. Représentant de la Commission géologique du Canada auprès du comité directeur du projet Kremp de recherche informatisée en palynologie *(M.S. Barss)*
2. Banque d'information sur les puits du large de la côte est *(G.L. Williams)*

P. DÉVELOPPEMENT TECHNIQUE

1. Mise au point des systèmes *(D.E. Heffler)*
2. Mise sur pied et entretien d'un système de gestion des données géo-physiques *(A.G. Sherin)*
3. Moniteur de la dynamique des sédiments – RALPH *(D.E. Heffler)*
4. Modernisation des carottiers à vibration *(K.S. Manchester)*
5. Mise au point d'un système d'information côtière *(A. Fricker, D.L. Forbes)*

SERVICE HYDROGRAPHIQUE DU CANADA, RÉGION DE L'ATLANTIQUE

A. LEVÉS HYDROGRAPHIQUES

1. Côtes et havres
   Île Liscomb à Beaver Harbour (N.-É.) *(R.P. Hause)*
   Île de Sable *(V. Gaudet)*
   Inlet Davis, côte du Labrador *(V. Gaudet)*
   Baie Ste-Marie (N.-É.) *(J. Ferguson)*
   Détroit de Belle-Isle *(J. Ferguson)*
   Rivière Miramichi (N.B.) *(J. Ferguson)*
   Port Harmon (T.-N.) *(J. Ferguson)*
   Baie Courtenay (N.B.) *(J. Ferguson)*
   Arctique oriental *(R. Cameron, S. Dunbrack)*
2. Révision
   Côte sud de Terre-Neuve *(J. Goodyear, R. Pietrzak)*
3. Large
   Plateau Scotian – Banc Georges aux Grands bancs *(M.G. Swin)*
4. Contrôle horizontal
   Tracés de la ligne de rivage de la baie de la Trinité (T.-N.) *(M.G. Swim, K. Malone)*
5. Améliorations aux vedettes de levé *(T.B. Smith)*

B. ÉTUDES DES MARÉES ET DES COURANTS

1. Inspection et entretien du Réseau permanent des marégraphes et des indicateurs de niveaux de l'eau *(C.P. McGinn)*
2. Inspection en entretien des marégraphes de l'Arctique *(C.P. McGinn)*
3. Achèvement du système de télémétrie des marées *(Université Concordia)*
4. Mise en place de trois marégraphes hauturiers *(C.P. McGinn)*
5. Mise en place et récupération d'un marégraphe dans la rivière Koksoak *(C.P. McGinn)*
6. Revue et mise à jour des Tables des marées pour 1984 *(C. O'Reilly)*
7. Revue et mise à jour de l'information sur les marées et les courants dans *Labrador and Hudson Bay Pilot, Gulf and River St. Lawrence Pilot* et *Arctic Pilot (C. O'Reilly, S.T. Grant)*

C. NAVIGATION

1. Prédictions des erreurs de Loran-C pour le Canada atlantique *(N. Stuifbergen)*
2. Mise au point du système NAVSTAR *(S.T. Grant)*
3. Améliorations au BIONAV *(S.T. Grant, M. Ruxton)*
4. Mise au point de la carte électronique *(R.M. Eaton)*
5. Évaluation des UHF *(R.M. Eaton)*
6. Précision du système Hi-Fix sur la glace de mer *(N. Stuifbergen)*
7. Nouveau type de récepteur Loran-C avec écran de visualisation *(R.M. Eaton)*
8. Établissement à forfait de cartes à l'intention des pêcheurs canadiens *(R.M. Eaton)*

D. CARTOGRAPHIE

1. Production de 11 nouvelles cartes, 5 nouvelles éditions et 26 annexes de correction, ainsi que la rédaction de 50 Avis aux navigateurs *(B. McCorriston, W.S. Crowther, R. Chapeski)*

E. INSTRUCTIONS NAUTIQUES

1. Revisions to Sailing Directions on the south coast of Newfoundland *(R. Pietrzak)*
2. Revised Newfoundland Sailing Directions *(R. Lewis, R. Pietrzak)*

F. DEVELOPPEMENT HYDROGRAPHIQUE

1. Documentation sur le «software» mise à jour du bloc de traitement de l'information de HAAPS *(K.T. White)*
2. Évaluation des convertisseurs analogiques-numériques de profondeurs et des unités de bandes magnétiques *(R.G. Burke, S.R. Forbes)*
3. Évaluation du système de balayage acoustique vertical *(R.G. Burke)*
4. Conception et vérification du système de perche-support de sonar *(R.G. Burke, R.N. Vine, T.S. Berkeley)*

C. RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

1. ARCS – Développement d'un submersible autonome télécommandé pour être utilisé sous la glace dans l'océan Arctique *(sous contrat avec International Submarine Engineering Ltd)*
2. DOLPHIN – Développement d'un véhicule de levé télécommandé qui servira à couvrir des lignes de sondages parallèles à celle d'un navire-parent *(sous contrat avec International Submarine Engineering Ltd.)*

CHAPITRE 9

Extraits du journal de bord de l'Institut

Pour marquer le premier centenaire de cartographie marine réalisée par le Service hydrographique du Canada, plus de 400 hydrographes et autres se sont réunis à Ottawa en avril 1983. Ils y étaient venus à l'occasion de la conférence *«From Leadline to Laser»* (De la ligne de sonde au laser), un colloque de quatre jours organisé par le Service hydrographique du Canada et l'Association canadienne des hydrographes. On y discuta un éventail de sujets, allant des contributions anglaise et française à l'hydrographie canadienne aux XVIII^e^ et XIX^e^ siècles à l'hydrographie moderne, ses techniques sophistiquées d'études sur le terrain, cartographie par ordinateur, systèmes de positionnement électroniques et méthodes de télédétection, en passant par les progrès de cette science dans les années qui suivirent l'établissement du programme de cartographie de la baie Georgienne en 1883 par le gouvernement canadien.

L'Hon. Pierre De Bané, ministre des Pêches et des Océans.

Mode dernier cri pour les hydrographes – Neil Anderson et Adam Kerr.

Gerry N. Ewing, sous-ministre adjoint, Sciences et levés océaniques, MPO.

Stephen MacPhee, directeur général du Service hydrographique du Canada.

Le Canada a été l'hôte de l'Assemblée océanographique commune de 1982, sur recommandation du Comité national canadien du CSRO, le Comité scientifique pour les recherches océaniques. Pendant les deux semaines qu'a duré cette 5e Assemblée à l'Université Dalhousie, à Halifax, l'océanographie canadienne a été exposée à un vaste auditoire international de pairs. Plusieurs océanographes du MPO se sont distingués par leur participation, et c'est en outre la première fois que les installations de l'IOB étaient ouvertes à un tel auditoire.

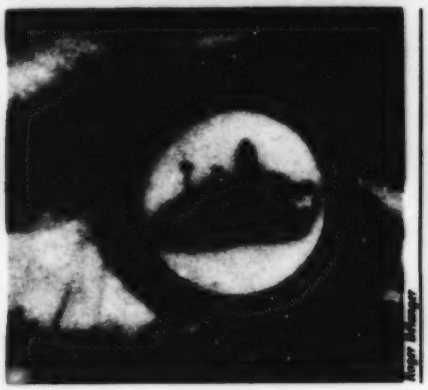
Secrétariat d'inscription à l'Assemblée océanographique commune, Université Dalhousie.

Les Dr E. Simpson et A. Ayala-Castanares, ainsi que l'Hon. R. LeBlanc.

Le capitaine Fred Mauger, M. Gerry Ewing et Son Excellence le gouverneur général E. Schreyer à bord du nac Hudson.

Les Dr E. Suthold et W. Wooster.

Le Dr Christopher Garret a été le récipiendaire de la médaille A.G. Huntsman pour excellence dans le domaine des sciences de la mer en 1982. La médaille d'argent lui a été présentée à l'IOB par le Dr George Garland, président de l'Académie des sciences de la Société royale du Canada. Le Dr Garrett, un professeur d'océanographie à l'Université Dalhousie à Halifax, a été choisi comme cinquième récipiendaire de la récompense en reconnaissance de ses contributions à la compréhension des processus de mélange dans l'océan et ses réalisations fondamentales dans le domaine de la dynamique des vagues internes.



Parmi le personnel de l'IOB récemment honoré de façon spéciale, Eric Levy (à gauche) a été récompensé pour ses contributions au projet-pilote de surveillance de la pollution marine (par le pétrole) IGOSS de la Commission océanographique intergouvernementale — le Programme MAPMOPP. Eric a été impliqué dans ce programme dès ses débuts, à la suite de la Conférence de Stockholm de 1972 sur l'environnement. Il a été responsable de son exécution et a pris l'initiative dans plusieurs aspects du programme, y compris la préparation de son rapport final, publié en 1981.

Norman Fenerty (à droite) s'est vu décerner le prix William Gordon de 1982 de la *Biological Photographic Association* pour ses réalisations exceptionnelles dans le domaine de la photographie scientifique; sa candidature avait été présentée par la section canadienne de cette association internationale de photographes en biologie et médecine. Pendant de nombreuses années, Norm s'est chargé de l'organisation de tout le travail photographique à l'IOB et spécialisé dans l'application de ce médium à des travaux dans les profondeurs de l'océan et dans l'air. Son travail a été appliqué aux levés hydrographiques ainsi qu'à l'océanographie générale et à la géologie marine.

Trevor Platt s'est mérité la médaille APICS/Fraser pour 1981. Cette récompense est accordée aux jeunes scientifiques et ingénieurs pour une recherche de valeur menée dans le Canada atlantique. Elle est sous le patronage du Conseil des sciences des Provinces atlantiques et consiste en une médaille en or et une somme de 1 000 $. L'éminent comité, recruté par tout le Canada, a choisi Trevor pour ses contributions à l'océanographie biologique. Physicien par formation des débuts, il a contribué à éclaircir la relation entre la productivité biologique et l'environnement physique.

NOTES